Издательство «Знание»

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Новое в жизни, науке, технике

Подписная научно-популярная серия

Издается ежемесячно с 1988 г.

Язык эмоций, мозг и компьютер

1989

9

Новое
в жизни,
науке,
технике

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Подписная
научно-
популярная
серия

9/1989

Издается
ежемесячно
с 1988 г.

ЯЗЫК ЭМОЦИЙ, МОЗГ И КОМПЬЮТЕР

В номере:

3 В. П. МОРОЗОВ
АКУСТИЧЕСКИЙ ЯЗЫК ЭМОЦИЙ В ЖИЗНИ И НАУКЕ

18 В. А. НИКЕРОВ
НАУКА ПРОТИВ ЖИЗНИ?

22 Н. А. ПАВЛЮК
«ОБРЕТАЮТ БЕССВЯЗНУЮ СВЯЗЬ...»

РУБРИКИ:
Микропроцессоры ЭВМ Робототехника
ПЕРЕВОДЫ

Издательство
«Знание»
Москва
1989

ББК 32.97
Я 40

Авторы выпуска

МОРОЗОВ Владимир Петрович — доктор биологических наук, профессор, автор около 200 научных трудов, в том числе 7 монографий.

ПАВЛЮК Николай Анатольевич — кандидат филологических наук, имеет 14 научных и около 50 статей в периодике.

КОЛОСОВ Юрий Владимирович — кандидат технических наук, доцент.

НИКЕРОВ Виктор Алексеевич — кандидат физико-математических наук, начальник сектора НПО «Физика», автор трех книг и около 40 научных и популярных статей.

Редактор Б. М. ВАСИЛЬЕВ

ISBN 5-07-000888-9

© Издательство «Знание», 1989 г.

В ЭВМ 5-го поколения предполагается введение специальных блоков: интеллектуального интерфейса и речевого процессора, заменяющих программистов и операторов. Это особенно важно для внедрения ЭВМ в быт, подобно магнитофонам и калькуляторам, поскольку широкий пользователь не желает иметь дело со сложными в обслуживании устройствами.

В. П. МОРОЗОВ

АКУСТИЧЕСКИЙ ЯЗЫК ЭМОЦИЙ В ЖИЗНИ И НАУКЕ

Человек и ЭВМ — проблемы взаимопонимания

Наиболее удобным, оптимальным с точки зрения человека, было бы введение информации в ЭВМ не при помощи клавиатуры, а непосредственно с голоса, т. е. естественным речевым средством общения между людьми. Однако сегодня ЭВМ, как известно, не понимает речь человека в должной мере и с должной надежностью, и пользователю нужно прибегать к услугам целого штата «переводчиков» (программистов, операторов), осуществляющих ввод информации в ЭВМ на особом, понятном для ЭВМ языке, а также дешифрующих выданную машиной информацию.

Создание машин 5-го поколения, надежно понимающих речь любого человека, а также говорящих машин, является глобальной задачей мировой науки, в решении которой значительные успехи принадлежат Японии, США, Франции. Однако задача эта оказалась настолько трудной, что полностью ее решить пока что не удалось. Например, машина легко распознает речь одного человека или нескольких знакомых ей дикторов, но не желает распознавать незнакомых, понимает речь взрослых и не хочет понимать детей. Если же и удается расширить круг дикторов, то тут же приходится ограничивать объем словаря. Даже могучие современные ЭВМ не в состоянии пока что решить в полной мере такую детскую задачу, как письмо под диктовку. Пусть даже знакомый машине диктор будет читать знакомый ей текст, но простуженным голосом, или не очень внятно, или в шуме — машина его не поймет.

Специалист по данной проблеме доктор технических наук М. Сулуквадзе, работающий в Институте систем управления Академии наук Грузинской ССР, считает, что «автоматическое распознавание речи следует считать одной из наиболее сложных проблем технической кибернетики. Мы не уверены, что она будет полностью решена и через 50 лет, то есть к 2034 году. Под термином «полностью» подразумевается уровень восприятия и понимания речи человеком в реальных условиях его «речевого взаимодействия» с другими людьми».

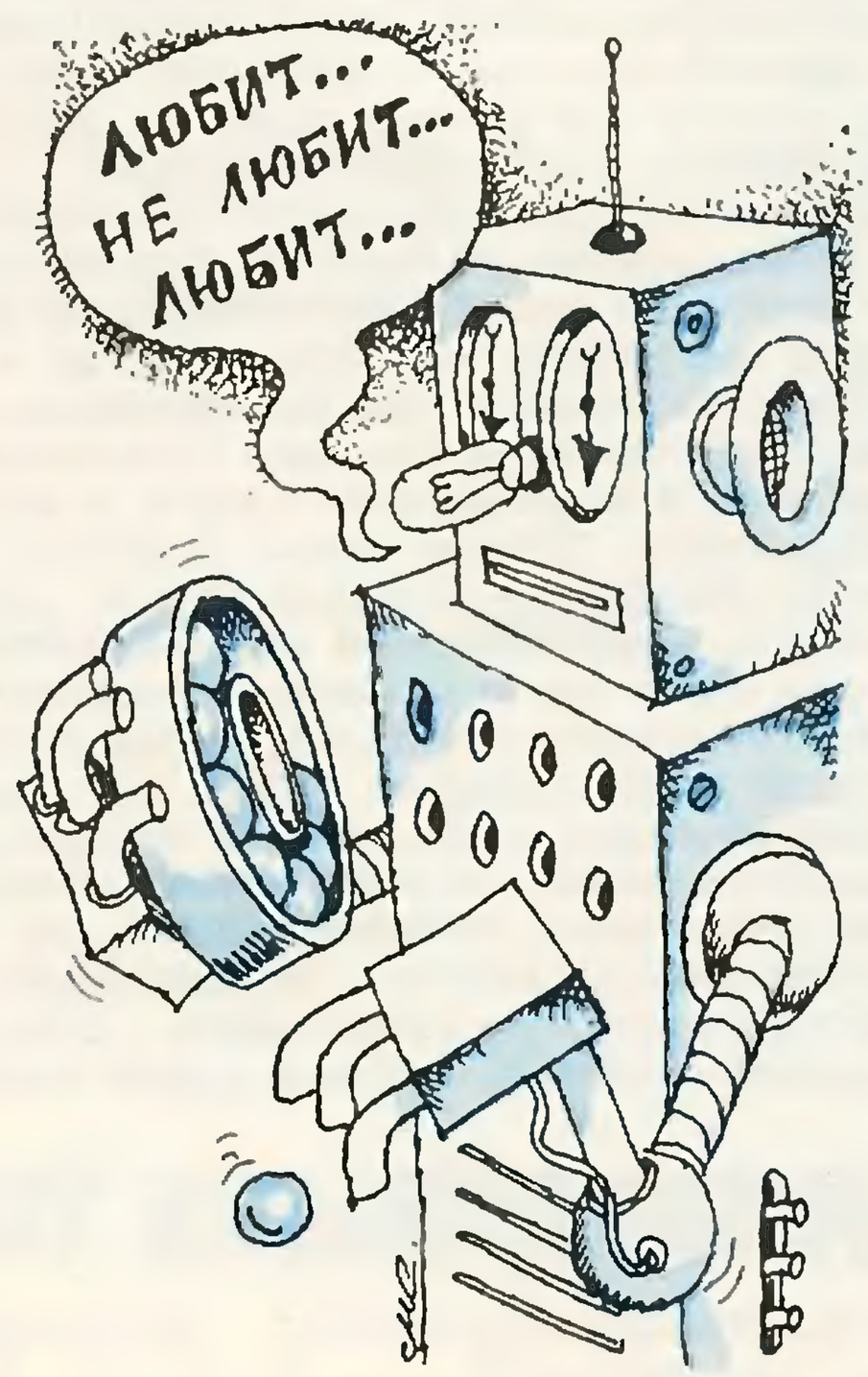
Причина столь упорного «нежелания» ЭВМ научиться в совершенстве понимать речь кроется в индивидуальных и эмоциональных особенностях речи людей, сильно искажающих ту фонетическую структуру стандартного речевого сигнала, на распознавание которого заранее настраивается машина. Так, известно, что речевая информация кодируется формантной структурой (частотой формант и их динамикой). Но частота особенно первых формант существенно зависит от частоты основного тона голоса: повышается при повышении голоса и снижается при понижении основного тона речи. Изменения во времени основного тона голоса — это важнейшее средство эмоциональной выразительности (интонации голоса), и происходят они в связи с эмоциями в пределах до одной, полутора и даже двух октав (!), как это наблюдается при сильных эмоциональных возбуждениях. Это и приводит к сильнейшей деформации всей спектральной структуры речи и непониманию речи машиной. По данным Г. Фанта, женские и детские голоса, имеющие повышенную по сравнению с мужскими частоту основного тона, характеризуются и повышенными формантными частотами (в среднем на 17—25%).

Очевидно, в мозгу есть механизм, учитывающий информацию о повышении средних частот формант в связи с повышением основного тона голоса (высота голоса). Потому-то нам практически безразлично, на какой высоте основного тона голоса произносятся слова — произносит ли их мужской, женский или детский голос, — разборчивость, понятность речи обеспечиваются.

Но перечисленные трудности — это лишь малая толика всех их, стоящих на пути обучения ЭВМ пониманию речи. Образно говоря, все виды речевой информации — лингвистической и экстралингвистической — как бы «растворены» в звуке голоса человека. Наш слух не испытывает затруднений в их разделении и учете, а машина «затрудняется». Поэтому можно надеяться, что изучение индивидуально-эмоциональных особенностей речи и механизмов, на которые опирается наш слух и мозг при их разделении, позволит наконец окончательно решить и проблему ее автоматического распознавания. Может быть, здесь пригодятся данные о том, что для восприятия и переработки логической и эмоциональной информации речи в мозгу человека имеются два специализированных и вместе с тем взаимодействующих отдела: левое полушарие мозга — для логики, правое — для эмоций. Кстати, в одной из работ

под редакцией виднейшего американского специалиста по автоматическому распознаванию речи Уайна Ли описаны алгоритм и устройство распознавания речи, основанные на принципах работы правого полушария мозга (т. е. целостного, а не посегментного анализа, с учетом просодических и экстралингвистических характеристик речевого сигнала).

Взаимодействие человека с компьютером предполагает создание на базе ЭВМ говорящих роботов. Все, конечно, слышали по радио в научно-популярных передачах лишенный каких-либо эмоций голос робота. Безэмоциональность — характерное его свойство, которое и проявляется в голосе. А почему, собственно, робот и его голос должны быть безэмоциональными? Нельзя ли «оживить» его голос интонациями человеческой речи? Ведь эмоциональная окраска голоса делает его эстетически более приятным, психологически совместимым с восприятием человека, а кроме того, она отнюдь не бесполезный акустический аккомпанемент речи, а несет очень нужную информацию, например, о степени важности сообщения, грозящей опасности и т. п.



Вдохнуть эмоции в бездушный мозг робота — одна из задач кибернетической науки, связанная с выделением и формализацией инвариантных акустических признаков, ответственных за эмоциональную окраску звука.

Ясно, что «оживление» речи робота — одна из многих технических задач, решить которую нельзя без знания алфавита акустического языка эмоций. Но чтобы заложить этот алфавит в электронный мозг робота, необходимо сначала выявить, потом формализовать признаки, ответственные за эмоциональность голоса.

Таким образом, решение проблемы полного взаимопонимания человека и ЭВМ требует эмоционализации компьютера. Необходимо, чтобы робот, так же как и человек, услышав, например, фразу «Я очень рад вас видеть!», произнесенную не нейтрально, а насмешливым голосом, мог бы не только четко воспринять слова (в чем он сейчас явно затрудняется), но и понять эмоциональную интонацию, отрицающую смысл слов. Робот должен понимать наш язык эмоций.

Трудно переоценить практическое значение такого рода автомата, например, для контроля психологического состояния космонавтов, летчиков-испытателей и многих других операторов, которые по характеру своей работы находятся в сложной экстремальной обстановке, и от точности их действий зависит успех дела. Уже есть попытки создания машины, реагирующей на эмоции в голосе человека. Одна из них на основе оценки темпоритмических характеристик речи принадлежит группе инженеров, работающих в содружестве с фонетиком Э. Л. Носенко, о чем они сообщили на симпозиуме «Речь, эмоции и личность». На аналогичное устройство, но на основе динамики основного тона недавно получили авторское свидетельство ленинградские ученые [4]. Под руководством П. В. Симонова и М. В. Фролова внедрено устройство для регистрации эмоций авиаторов и т. д.

Машину-автомат, безошибочно опознающую личность человека по его голосу, наверное, охотно возьмут на службу и криминалисты; ведь в ее беспристрастности и объективности трудно усомниться. Над теоретическими основами создания такой машины успешно трудится грузинский ученый Г. С. Рамишвили.

Чудесный дар природы

Дар речи — одна из самых удивительных и самых человеческих способностей. Мы настолько привыкли постоянно пользоваться этим чудесным даром природы, что даже не замечаем, насколько он совершенен и загадочен. У человека рождается мысль. Чтобы передать ее другому, он произносит слова. Не удивительно ли, что акустическая волна, рожденная голосом человека, несет в себе все оттенки его мыслей и чувств, достигает слуха другого человека и тотчас же все эти мысли и чувства становятся доступны этому человеку, он постигает их потаенный смысл и значение! Как же это происходит? Какие законы акустики, физиологии, психологии лежат в основе этого обыденного для нас чуда природы?

Чтобы получить ответы только на часть этих вопросов, наука прошла долгий исторический путь, отмеченный вехами крупнейших открытий и многочисленных теорий речевого процесса. Над изучением многогранной проблемы речи сегодня во всем мире работают десятки научных лабораторий и тысячи самых разнообразных специалистов. Однако природа таит здесь еще немало загадок для исследователей. Одна из них — проблема языка эмоций.

Прислушайтесь к звукам речи незнакомого человека... Разве тембр голоса, манера говорить, интонации не расскажут вам многое о его чувствах и характере? Ведь голос бывает *теплый* и *мягкий*, *грубый* и *мрачный*, *испуганный* и *робкий*, *лику-*

ющий и *уверенный, ехидный* и *вкрадчивый, твердый* и *торжествующий* и еще с тысячью оттенков, выражающих самые разнообразные чувства, настроения человека и даже его мысли.

Говорящий человек передает слушателю информацию двух основных категорий. Во-первых, мы узнаем ЧТО говорит человек, какие произносит слова. Это смысловая или семантическая информация. Поскольку она выражена словом, то ее называют вербальной (т. е. словесной) или лингвистической (языковой) информацией. Во-вторых, вместе со словом — по тому, КАК говорит человек, слушатель получает множество сведений о самóм говорящем, его отношении к предмету разговора, к слушателю и даже к самому себе. Все эти виды информации не зависят от того, ЧТО говорит человек (какие слова произносит), и потому обозначаются термином экстралингвистическая (т. е. неязыковая, внеязыковая) или невербальная информация.

Один из важнейших видов экстралингвистической информации — это эмоциональная, характеризующая эмоциональное состояние говорящего, его отношение к предмету разговора, к слушателю и т. п.

Как правило, эмоциональный контекст речи созвучен ее логическому смыслу и значительно его усиливает. Но он независим от логического смысла речи, поэтому может даже ему противоречить. При этом в обычной разговорной речи мы склонны больше верить этому эмоциональному контексту, нежели логическому смыслу слов, сказанных, например, с насмешкой или гневно.

Например, каждое из написанных слов ДА и НЕТ имеет только один смысл, одно значение. Каждое же из этих произнесенных слов может иметь сотни различных смыслов и значений, в том числе и такие, которые полностью противоречат их словесному значению или существенно его изменяют.

Отсюда понятно, какую огромную психологическую роль имеет канал экстралингвистической информации для общения людей и понимания их друг другом. Но столь же велика роль этого канала, как мы уже видели, и для общения человека с ЭВМ.

Эмоциональная информация не единственная в системе невербальной звуковой коммуникации человека. Согласно разработанной нами классификации (В. П. Морозов и др. [5]) в голосе человека можно выделить до семи видов невербальной экстралингвистической информации: 1) эстетическая — например, голос приятный, неприятный, красивый, некрасивый, резкий по высоте и тембру (бас, баритон, тенор), что важно в искусстве, и т. п.; 2) эмоциональная (предмет нашего разговора); 3) индивидуально-личностная — позволяющая опознать личность говорящего по его голосу; 4) биосоциальная — пол, возраст, национальность — по акценту и др.; 5) психологическая — черты характера, воля, темперамент, самооценка, оценка слушателя и т. п.; 6) медицинская, свидетельствующая о состоянии здоровья, — например, простуженный голос и т. п.; 7) пространственная, указывающая месторасположение и перемещение говорящего в пространстве по отношению к слушателю (впереди, сбоку, сзади, далеко, близко, приближается, удаляется и т. п.).

Конечно, нельзя думать, что указанные виды невербальной информации существуют в голосе человека как нечто изолированное друг от друга и легко разделимое. Дело обстоит значительно сложнее. Все эти составляющие невербального аккомпанемента слову находятся в сложнейшем взаимодействии друг с другом, с одной стороны, и со словом — с другой, имеют разную степень выраженности и значимости для слушателя и вместе с тем воспринимаются им как единый образ говорящего и смысл передаваемой им информации.

В обыденной жизни да и в науке мы еще не осознали полностью того огромного значения, которое имеет для нас этот органически сплавленный со словом эмоционально-образный аккомпанемент. В рассказе чешского писателя К. Чапека «Дирижер Калина» есть такой любопытный эпизод. Человек оказывается по воле судьбы в чужой стране и, не зная языка этой страны, тем не менее понимает случайно подслушанный разговор двух людей: «Слушая этот ночной разговор, я был совершенно убежден, что контрабас склонял кларнет к чему-то преступному. Я знал, что кларнет вернется домой и безвольно сделает все, что велел бас. Я все это слышал, а слышать — это больше, чем понимать слова. Я знал, что готовится преступление, и даже знал какое. Это было понятно из того, что слышалось в обоих голосах, это было в их тембре, в кадансе, в ритме, в паузах, в цезурах... Музыка — точная вещь, точнее речи!»

Здесь автором подчеркивается особая способность именно музыканта дирижера Калины с его тонким музыкальным слухом воспринять и понять, что хотели сказать друг другу люди. Это несомненно так, но предметно-образным эмоциональным слухом, который в данном случае оказал услугу Калине, обладают не только музыканты, но и все люди, правда, в существенно разной степени.

До недавнего времени исследователей интересовали лишь законы вербальной речи, т. е. слово. Эмоционально-выразительные же свойства речи, как и другие ее невербальные особенности, как-то оставались в тени. Именно лингвисты назвали их внеязыковыми — экстралингвистическими и даже, как пишет профессор Л. В. Бондарко, рассматривали их «как нечто негативное, затрудняющее языковое общение». Однако в последние годы именно эти экстралингвистические свойства речи, в частности эмоциональные, так «досадно нарушающие» законы фонетики, и вызывают всевозрастающий интерес специалистов, в том числе и самих фонетиков.

Причины интереса специалистов к языку эмоций и ко всем другим видам экстралингвистической информации речи (индивидуально-личностным возрастным, половым различиям и др.) заключаются в том, что свойства эти, так нормально и естественно воспринимаемые нашим мозгом и даже помогающие, как дирижеру Калине, понять смысл разговора, сильнейшим образом затрудняют решение проблемы автоматического распознавания речи, т. е. понимания нашей естественной звуковой речи компьютером. Поэтому сегодня не только лингвисты и физиологи, но и инженеры-конструкторы ЭВМ хотят знать, как же мозг человека справляется с этой грандиозной задачей — выделением нужной информации из сложнейшего и столь причудливо и притом мгновенно изменяющегося во времени звукового потока, имену-

емого звуковой речью. Специалисты считают, что только такой бионический подход позволит решить проблему дальнейшего усовершенствования систем автоматического распознавания речи.

Обратимся же и мы к более подробному рассмотрению эмоциональных и некоторых других компонентов системы звуковой экстралингвистической коммуникации человека, которая была предметом наших исследований в течение многих лет. А рассмотрение это договоримся провести в аспекте следующих основных свойств и особенностей невербальной экстралингвистической коммуникации, отличающей ее от собственно речевой вербальной системы: 1) значительно большей эволюционной древности по сравнению со словом, 2) ее психофизиологической обособленности и независимости от слова, непроизвольности и в значительной мере подсознательности, 3) всеобщей универсальности и понятности и независимо от языковых барьеров между людьми, 4) особой обеспеченности акустическими средствами кодирования и физиологическими механизмами декодирования, 5) особой роли в решении проблемы диалога «Человек — ЭВМ».

Язык наших далеких предков

> Страстный оратор, певец или музыкант, который разнообразными звуками или модуляциями голоса возбуждает самые сильные эмоции в своих слушателях, едва ли подозревает, что пользуется теми же средствами, которыми в очень отдаленной древности его получеловеческие предки возбуждали друг у друга пламенные страсти во время ухаживания и соперничества.
>
> Ч. Дарвин

Способность человека выражать голосом эмоции считается исторически более древней по сравнению со словесной речью. По-видимому, языком эмоций наши далекие предки владели задолго до того, как научились абстрактной речи. Существует ряд доказательств такого мнения. Любопытно, что одно из них — это сам современный говорящий человек, точнее особенности развития его речи в детском возрасте. Что касается голоса, то человек владеет им с момента рождения, а вот речь, как известно, появляется значительно позже — к полутора, а то и к двум годам.

Однако задолго до овладения речью ребенок уже прекрасно владеет способностью общаться с окружающими на языке эмоций. Радость, печаль, горе, гнев, страх — эти чувства в его голосе различит не только чуткое ухо матери, но и слух любого человека. В младенческом возрасте человек выражает не только собственные эмоции. Он прекрасно понимает эмоциональную интонацию взрослых, даже еще в тот период, когда он не понимает логического смысла слов. Например, он улыбается в ответ на ласковые слова и может заплакать в ответ на суровые. Но может быть, он все-таки понимает слова? Простой эксперимент дает нам ответ.

Попробуйте произносить ребенку до полугодовалого возраста самые грозные и злые слова, но добрым, ласковым голосом, и он будет улыбаться. И наоборот, в ответ на нежные ласковые слова, произнесенные злым голосом, ребенок испугается и может заплакать. Ясно, что реагирует он именно на эмоциональную окраску голоса. В этом отношении дети реагируют на эмоции, подобно высшим животным: собака, например, реагирует на интонацию голоса аналогичным образом. Автор этих строк как-то записал на магнитофон смех и плач своего восьмимесячного сына. Стоило теперь воспроизвести малышу его же собственные звуки, как он тут же впадал в соответствующее эмоциональное состояние: смеялся, слыша свой смех, или плакал, слыша свой плач. Это явление часто наблюдается в родильных домах и яслях.

Таким образом, дети в раннем возрасте, еще не зная речи, владеют языком эмоций, общаются со взрослыми на этом языке и отлично понимают друг друга. Период этот наука рассматривает как отражение определенной стадии эволюции человека, предшествующей появлению у древних людей логической речи.

По мнению американского ученого Уайна Ли, использование общих принципов и закономерностей овладения ребенком речью в процессе онтогенеза является весьма перспективным путем и для обучения компьютера более совершенным способом автоматического распознавания и синтеза речи. Можно добавить, что столь же полезными могут оказаться в этом плане данные науки о развитии речи человека в филогенезе, т. е. в

процессе ее длительного исторического развития (эволюции).

Когда говорят о речи, то обычно подразумевают слово, т. е. вторую сигнальную систему — речевую. При помощи слова человек может выразить не только любую мысль, логическое понятие, но и чувство, эмоцию. Для этого существуют такие слова, как «радость», «горе», «гнев», «страх», и тысячи других. Картины сложных эмоциональных переживаний, рисуемые писателями в литературных произведениях, — это словесный, или, как говорят в науке, вербальный, способ выражения эмоций.

Но любую эмоцию человек может выразить, как известно, и непременно выражает еще и особыми красками и интонациями своего голоса.

Существует пластинка Стена Фреберга, которая называется «Джон и Марсия». Все ее содержание состоит из повторения этих слов: мужской голос повторяет слово «Марсия», женский — «Джон». Однако благодаря тому что эмоциональная интонация произношения меняется от слова к слову, содержание пластинки, основу которого составляет любовная история, всем слушателям становится предельно ясным.

Язык эмоций как совершенно самостоятельный канал передачи информации может функционировать не только параллельно со словом, определяя эмоциональный контекст сказанного, но может «работать» и без всякого слова, например, в форме различных возгласов, хмыканий, оханий, плача, смеха и т. п.

Среди множества теорий возникновения речи есть и такие, которые говорят о ее происхождении именно из этих эмоциональных возгласов, поначалу спонтанно вырывавшихся у древних предков человека в процессе различных видов их жизнедеятельности [2].

Одним из древнейших средств обмена информацией, по-видимому, следует считать жест, предшествовавший, по мнению ряда специалистов, возникновению звуковой речи [6]. Обилие жестикуляций у приматов хорошо подтверждает эту теорию.

Любопытно, что эмоциональную интонацию С. М. Эйзенштейн называл звуковым жестом, подчеркивая тем самым родство этих двух средств выразительности. Действительно, трудно себе представить человека, о чем-то эмоционально говорящего, например, спорящего и при этом не сопровождающего свою речь соответствующими жестами, мимикой, позами. Жест — это органический компонент языка эмоций, связанный с ним единой сущностью — эмоциональным состоянием организма. Искусство пантомимы прекрасно иллюстрирует, как велики возможности языка жестов как канала передачи информации. Важно отметить, что жест может нести не только эмоциональную, но и семантическую информацию. Так южноафриканские охотники бушмены используют систему жестов — знаков для обозначения различных животных, новогвинейское племя сибиллер — систему жестов для обозначения счета от 1 до 27 и т. п.

Жест — эта древнейшая форма передачи информации — миллионы лет служит человеку и его предкам. С одной стороны, он имеет эквивалент в мире животных в виде языка поз и телодвижений, а с другой — является важнейшим информационно значимым аккомпанементом речевого общения и современного человека как в жизни, так и в искусстве (речь, пение, ораторское искусство).

Несомненно, что именно коллективные, общественные формы этой жизнедеятельности (охота, труд), обусловливавшие повышенную потребность древних людей в обмене информацией, и привели, по мысли Ф. Энгельса, к возникновению речи.

Конкретным толчком к появлению слова, согласно некоторым теориям, могло послужить звукоподражание, т. е. обозначение древними людьми предметов и явлений внешнего мира путем имитации голосом (звуком), опять-таки эмоционально-образно характеризующих этот предмет или явление [2]. Поэтому нетрудно усмотреть сходство этой теории с теорией эмоциональных возгласов. Подобный способ словообразования наблюдаем мы у ребенка на ранних стадиях обучения его речи. Он говорит «гав-гав» вместо «собачка», «ту-ту» вместо «машина», «топ-топ» вместо «ходить» и т. п.

Эти эмоционально-образные голосовые звуки и интонации, которыми так богато насыщена речь ребенка и которые не исчезнут в речи взрослого, придавая его словам особый, подчас совсем иной смысл, и есть тот древний язык эмоций, который у наших далеких предков был, по Ч. Дарвину, единственным средством общения и взаимопонимания. В свете эволюционной теории (онтогенез повторяет филогенез) процесс овладения речью нашими древними предками шел по такому же пути: от эмоционально-образного описания предметов и явлений внешнего и внутреннего мира голосовыми звуками, характеризующими эти явления (иконическая знаковая форма), к абстрактному слову-символу, непосредственно не связанному с описываемым явлением (символическая знаковая форма).

На каком этапе своей эволюции человек перешел от языка эмоций к слову-символу, сказать трудно, но ясно, что процесс этот эволюционизировал долго. Согласно современным представлениям (по данным авторитетного американского антрополога Б. Кэмпбелла из Калифорнийского университета) превращение человекообразного существа австралопитека в человека произошло около 1,3 млн. лет назад, хотя процесс этот начался 3 млн. лет назад.

Тем не менее попытки уяснить, как и когда, продолжаются. Ученые, например, решили определить, как говорили наши далекие предки, каковы были звуки их голоса. Анатом Эдмунд Крелин из Йельского университета на основе окаменелых остатков костей древнего человека реконструировал строение его голосового аппарата. Оказалось, гортань у древнего человека была расположена очень высоко, а глотка мало развита. По строению речевого аппарата он более походил на новорожденного ребенка и шимпанзе.

Далее на помощь была призвана современная техника. Специалист по речи Филипп Либерман из Коннектикутского университета измерил резонансные полости речевого аппарата реконструированной модели, заложил эти данные в ЭВМ и получил характеристики речи древнего человека. Оказалось, что он плохо мог артикулировать звуки А, И, У и темп его речи был очень медленный. Современный человек способен произносить до 30 фонетических элементов в секунду, а древний — в 10 раз меньше, т. е. говорил он, по нашим

понятиям, неестественно, растягивая звуки, как бы пропевая их.

Что же, эта версия вполне соответствует неоднократно высказываемым в литературе мнениям, что древний человек ранее научился петь, чем говорить (Ч. Дарвин, О. Джесперсен, С. Л. Рубинштейн).

Как мы видим, язык эмоций за миллионы лет своего существования проделал удивительную эволюцию. Истоки его мы находим в звуках животных (Ч. Дарвин, Л. А. Фирсов, Г. В. Гершуни). Миллионы лет он служил единственным средством общения у наших древних предков. С возникновением абстрактно-логической речи и второй сигнальной системы как эволюционно более прогрессивной формы общения и мышления он, однако, не умер. Для современных людей язык эмоций составляет важнейший канал обмена информацией в процессе их повседневного жизненного общения. Более того, в искусстве сценической речи и пения этот древний язык, разумеется, определенным образом видоизменившись в соответствии с требованиями этих видов исскусства, вновь приобрел главенствующее положение. Ибо отнимите у любого искусства его эмоциональную выразительность, и оно перестанет быть искусством.

Всеобщая понятность и универсальность языка эмоций у всех народов мира в их речи в искусстве, распространяющиеся даже на мир животных, основаны, как нами показано [3], на закономерных связях между акустическими средствами выражения эмоций голосом и физиологическим состоянием организма, испытывающего ту или иную эмоцию.

Такова любопытная судьба языка эмоций на протяжении миллионов лет его существования. Но изучение его не закончено — оно только начинается.

Рациональный и эмоциональный мозг

Характерная черта языка эмоций — его н е з а в и с и м о с т ь о т с л о в а. Эмоциональная интонация может усиливать смысл слова, противоречить ему и существовать вообще без слов. Чем же объяснить столь независимое функционирование этих двух каналов передачи информации — словесного и эмоционально-образного?

Причина найдена в особых свойствах нашего мозга. Как известно, он состоит из двух половин — правой и левой, казалось бы, совершенно симметричных. Исследования, однако, показали, что половины эти наделены природой совершенно разными функциями. Левое полушарие мозга, называемое собственно речевым, или доминантным полушарием, ответственно за способность человека как логически, связно говорить (зона Брока), так и правильно воспринимать логику слов (зона Вернике). Нарушения этих мозговых зон (травма, опухоль и т. п.) приводят к утрате человеком соответствующих способностей связно, логически говорить и понимать логику речи.

В правой половине мозга расположены зоны, ответственные за формирование как эмоционально-образных свойств речи, так и за восприятие их в голосе другого человека. Считается, что своими музыкальными способностями человек обязан развитию соответствующих зон правой половины мозга. Нарушения их приводят к а м у з и и, т. е. неспособности понимать музыку и эмоционально-образную интонацию речи.

Более широкие исследования показали, что левая половина мозга ответственна не только за логику речи, но и вообще за все формы абстрактного логического мышления и представления внешнего и внутреннего мира человека. Это р а ц и о н а л ь н ы й м о з г, оперирующий логикой, знаками, символами и абстракциями.

Правая половина — это э м о ц и о н а л ь н ы й м о з г, воспринимающий все явления внешнего и внутреннего мира в конкретной, образной и, если угодно, художественной форме.

Между полушариями мозга имеется толстый «телефонный кабель» из миллионов нервных волокон, по которому обе половины мозга обмениваются информацией по любому поводу. Вот почему все предметы и явления внешнего мира человек воспринимает целостно: образно-эмоционально и в то же время логически. Правда, у разных людей преобладает либо образно-эмоциональная, либо рационально-логическая форма мышления и восприятия мира (художественный и мыслительный типы, по И. П. Павлову), что, по-видимому, связано с преобладанием функции либо правого, либо левого полушария мозга.

Ошибкой было бы думать, что у больших художников, писателей, артистов, композиторов плохо развита абстрактно-логическая функция мозга. Скорее наоборот, большой художник — всегда и большой мыслитель. Художественное творчество в любом виде искусства только тогда достигает совершенства, когда поднимается до уровня социального и даже философского осмысливания и обобщения действительности. Именно потому настоящее большое искусство не только доставляет эмоционально-эстетическое наслаждение, но заставляет задуматься, страдать, негодовать, стремиться к совершенству и достижению истины.

Точно так же ошибкой было бы думать, что творчество ученого в его наилучшем виде — это максимальная активность рационально-логических свойств мозга при полной пассивности его эмоционально-образной функции. Такая модель характерна для робота или случаев патологии в деятельности мозга.

Для гармонического развития человека обе функции его мозга — абстрактно-логическая и эмоционально-образная — должны быть пропорционально «нагружены». Особенно сильно страдают мозг и здоровье человека от перегрузки абстрактно-логической функции, особенно в детском возрасте. Перегруженные школьные программы предусматривают введение информации в детский мозг главным образом через абстрактно-логическую половину мозга. А ведь в детском, особенно раннем, возрасте эта функция, еще совсем не сформировавшаяся и маломощная, не обеспечивает большую пропускную способность информации и к тому же особенно хрупка и ранима. Безусловно, ее нужно развивать, но столь же безусловно, что перегрузка ее недопустима. Имеются работы, доказывающие происхождение по этой причине многих болезней и расстройств детского организма. Это нам особенно необходимо учитывать и использовать в развернувшемся сегодня движении по реформации школьных программ.

Талант Шаляпина служит... науке

Научное изучение языка эмоций предполагает, что мы имеем в своем распоряжении определенный набор образцов этого языка, очевидно, в форме эмоционально окрашенных речевых фраз и голоса человека. Существуют разные способы получения такого рода исходного материала для исследования: магнитофонная запись речи в экстремальных ситуациях, например при испытаниях техники на полигонах, в условиях спортивных состязаний, внушение человеку определенных эмоциональных состояний под гипнозом.

В нашей работе использовался так называемый метод актерского моделирования эмоций, основанный на способности актера перевоплощаться в разные эмоциональные состояния, как бы моделировать их своим поведением и голосом.

Эмоциональные краски своего голоса талантливый актер, конечно же, не выдумывает, а берет из жизни. И чем талантливее актер, тем более естественны и жизненно правдивы эти краски. В литературе существуют обоснования возможности использования метода актерского моделирования эмоций для научных целей. Шаляпин прекрасно передает голосом всю гамму эмоций: страх Бориса, радость подгулявшего Еремки, гнев старого Мельника.

Голос Ф. И. Шаляпина является признанным во всем мире образцом эмоционально-художественной выразительности. О Шаляпине написано много. Вместе с тем в литературе нам не удалось встретить ни одной работы, посвященной анализу акустических средств эмоциональной выразительности голоса. Поэтому мы и решили восполнить этот недостаток. Из репертуара Шаляпина (в грамзаписи) было отобрано и выделено несколько десятков фраз, эмоциональный смысл которых был достаточно однозначно истолкован группой компетентных экспертов. Ряд фраз был подвергнут дополнительной оценке детьми младшего воз-

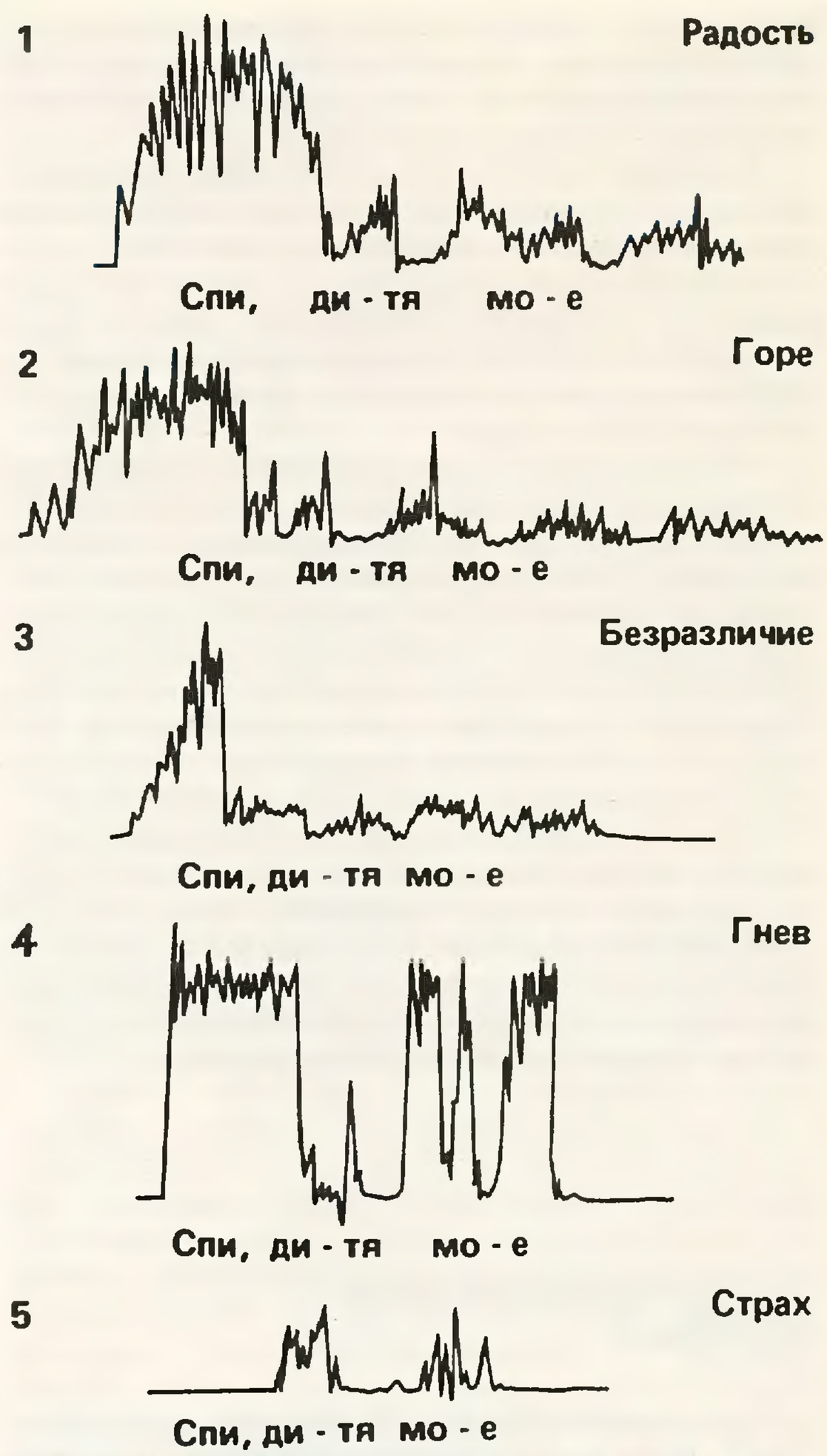


Рис. 1. Осциллограммы одной и той же фразы, пропетой певцом с разными эмоциональными оттенками, показывают, что их акустическое строение существенно различается.

раста (1 кл.), не знакомыми с данными произведениями Шаляпина. Опыты показали, что дети так же, как и взрослые, адекватно истолковывают эмоциональный смысл этих фраз.

Проведенный акустический анализ показывает, что интегральные спектры эмоционально окрашенных фраз в исполнении Шаляпина существенно различаются (рис.1). Но, может быть, эти различия в слуховом восприятии разных фраз вызваны тем, что Шаляпин поет разные слова? Не подсказывает ли нам сам текст фраз характер его эмоциональной окраски?

Чтобы исключить эти подозрения, мы прибегли к помощи современных вокалистов и актеров, которых просили пропеть или произнести одну и ту же фразу, но с различными эмоциональными оттенками. Точность выполнения этой задачи певцами и артистами решалась группой слушателей-экспертов, из числа компетентных специалистов. Результаты представляются в баллах (по 100-балльной системе) как среднее по способности выражать эмоции радости, горя, гнева, страха.

Особую ценность в наших исследованиях приобрели записи эмоционально окрашенных фраз, полученных с голоса народного артиста СССР Олега Басилашвили. Из этих записей в основном и были сформированы эталонные программы, служившие для исследования языка эмоций и, в частности, эмоционального слуха человека.

Эмоциональный слух человека

При оценке способности актеров выражать голосом эмоции (моделировать эмоциональные состояния) мы столкнулись с тем, что не только актеры и вокалисты обладают этой способностью в разной степени совершенства, но и слушатели тоже, оказывается, по-разному слышат эмоциональные краски голоса говорящего или тем более поющего человека.

Слух человека как способность его к восприятию звуковых колебаний имеет много разновидностей. Так, например, существует *речевой,* или *фонематический слух,* как способность к восприятию и пониманию звуков речи. Выделяют тонкий *тональный слух* (слух настройщика), известен всем *музыкальный слух* у виртуозов-исполнителей. Он, в свою очередь, имеет разновидности: *абсолютный, относительный, тембровый, мелодический* и т. п. Вместе с тем певцы обладают *вокальным слухом,* который не сводится к музыкальному, ибо есть прекрасные музыканты, не имеющие вокального слуха.

Наконец, мы впервые привели термин э м о ц и о н а л ь н ы й с л у х, обозначающий явление совершенно особого рода. Ясно, что эмоциональный слух — это не то, что речевой, так как есть люди, плохо слышащие эмоциональную интонацию, эмоционально тугоухие. И наоборот, утонченный эмоциональный слух нередко сочетается со скромными речевыми способностями. В более близком родстве эмоциональный слух состоит с музыкальным слухом: у музыкантов и певцов эмоциональный слух хорошо развит, но тем не менее по-разному. Бывают музыканты с безукоризненной, математически точной музыкальностью, которым, однако, не хватает эмоциональности. Это «формальные музыканты», которым трудно найти дорогу к сердцу слушателя.

Мы обнаружили, что варьируют не только способности людей выражать эмоции голосом, но и способности слушателей правильно воспринимать.

В науке существует понятие художественного типа личности. Еще известный физиолог академик И.П. Павлов предложил делить людей по их психологическому складу на два типа: м ы с л и т е л ь н ы й и х у д о ж е с т в е н н ы й. К сожалению, И. П. Павлов не оставил методов, позволяющих определить, к какому типу принадлежит тот или иной человек. В настоящее время такие методы разрабатываются в Институте психологии Академии наук СССР совместно с практиками вокально-музыкального искусства. Одним из основных показателей художественного типа личности, как считают не только исследователи, но и многие практики искусства, и является развитость эмоциональной сферы человека, проявляющаяся, по нашим данным, в степени тонкости э м о ц и о н а л ь н о г о с л у х а.

Как же оценивается степень развитости эмоционального слуха у человека? Для этого и применяются уже известные читателю тесты, состоящие из набора эмоционально окрашенных речевых (в частности, полученных с участием О. Басилашвили) и вокальных (т. е. пропетых певцами) фраз (в форме магнитозаписей). Прослушав звучание эмоционально окрашенных фраз, в ряде которых содержится лишь слабый намек на радость, горе, недовольство, страх или вообще не содержится никакой эмоции, каждый из слушателей должен записать свои суждения о характере эмоциональной интонации голоса артиста в определенные графы специальных бланков. Степень правильности этих записей в дальнейшем выражается в процентах правильных оценок слушателем всех фраз и выражается по 100-балльной шкале (легко трансформируемой в 5- или 10-балльную шкалы).

Как показывают массовые исследования эмоционального слуха, проведенные нами, степень его развитости у людей разных возрастных и профессиональных категорий в весьма широких пределах от 20—30 до 95—98 условных единиц (по 100-балльной шкале). Исследователи склоняются к мнению, что тонкий эмоциональный слух — это в значительной мере п р и р о д н о е к а ч е с т в о ч е л о в е к а, свойственное людям художественного склада личности. Вместе с тем эмоциональный слух можно и развить путем целенаправленных упражнений.

Совершенно очевидно, что эмоциональный слух как показатель художественной одаренности человека важен прежде всего для лиц художественных профессий (актеров, вокалистов и др.). Именно поэтому тесты на степень развитости эмоционального слуха и были применены нами неоднократно, в частности при обследовании молодых актеров и вокалистов, поступающих в театральные вузы и консерватории (Ленинградский институт театра, музыки и кинематографии, Московская госконсерватория и др.). Исследования эти в настоящее время нами продолжаются с целью сопоставления критерия эмоционального слуха с

другими психологическими показателями эмоциональности и художественности натуры человека. Как показали наблюдения, обладатели тонко развитого эмоционального слуха достигают больших успехов в обучении.

Но эмоциональный слух нужен не только в искусстве. Сегодня существуют такие виды важных работ, выполнение которых сильно зависит от общего и эмоционального состояния человека (например, космонавты, летчики-испытатели и т. п.). Поскольку единственным каналом связи, например, с космонавтами часто является речевой канал, судить об их эмоциональном состоянии приходится только по голосу. Но как мы уже знаем, воспринять тонкие эмоциональные изменения в голосе говорящего способен не каждый человек. По нашим данным, на 100 человек населения приходится лишь 2—3 человека, обладающих особо тонким эмоциональным слухом. Они дают 95—98% правильных ответов там, где средний человек не ошибается только в 70% случаев. Разработанные нами тесты и процедуры позволяют выявить таких людей, которым можно доверить контроль за эмоциональным состоянием человека в особо ответственных случаях.

Эмоциональная восприимчивость и отзывчивость представляют собой далеко не узкоспециальный интерес для людей художественных профессий. Эмоции — это в полном смысле характеристика любого человека, его характера и свойств личности. Вспомним в этой связи Шекспира в «Венецианском купце»:

...Тот, у кого нет музыки в душе,
Кого не тронут сладкие созвучья,
Способен на грабеж, измену, хитрость;
Темны, как ночь, души его движенья
И чувства все угрюмы, как Эреб:
Не верь такому — слушай эту песню!

Нормальные человеческие эмоции — далеко не бесполезное свойство человека, а одно из необходимых условий полноценного развития нашей духовной жизни и творческих способностей в любом деле.

Акустический алфавит языка эмоций

Для передачи смысла речи человек пользуется определенным способом кодирования информации, т. е. всем известным а л ф а в и т о м. Из элементов этого алфавита — фонем — и составляются слова и фразы связной речи, несущие определенный смысл. Возникает вопрос: существует ли подобный алфавит для языка эмоций? Вопрос этот в последние годы задали себе многие специалисты. Мы пытались решить его на примере изучения актерской и вокальной речи или пения, которые, как уже упоминалось, особенно сильно насыщены эмоциями и поэтому представляют удобный объект для такого рода исследований.

З а д а ч а ставилась так: если наш слух способен обнаружить в голосе человека определенную эмоциональную окраску, например эмоции горя, радости, гнева и т. п., то, очевидно, должны существовать какие-то объективные а к у с т и ч е с к и е п р и з н а к и, которые ответственны за передачу этих эмоций слушателям. Что же это за признаки и какие акустические свойства звука их несут: громкость ли голоса, высота, тембр и т. п.? С помощью метода экспертных оценок (а экспертами служили люди самых разных профессий и возрастов) было отобрано несколько десятков фраз из различных вокальных произведений (в исполнении Ф. Шаляпина и других певцов), насыщенных совершенно определенным эмоциональным смыслом (радость, горе, гнев, страх).

Изучение акустической структуры этих фраз показало, что она существенно различается в зависимости от того, какую эмоцию певец выражает. Особенно это хорошо выявилось в тех случаях, когда певца (имеются в виду современные профессиональные вокалисты) экспериментаторы просили одну и ту же вокальную фразу пропеть несколько раз, причем каждый раз с разным эмоциональным оттенком. Опытные певцы прекрасно справляются с этой задачей, а некоторые даже оказались способными любую эмоцию выразить при пении мелодии б е з с л о в, так называемых вокализов, и даже лишь одной гласной на одной ноте. Поскольку в этих опытах фонетический состав фраз постоянен, все изменения акустической структуры фразы можно было отнести за счет изменения ее эмоционального смысла (рис. 2).

Сложная электроакустическая обработка (с применением ЭВМ) полученных таким методом образцов голоса, насыщенного разными эмоциями, показала, что каждая из перечисленных эмоций — радость, горе, гнев, страх — выражается изменением не какого-либо одного свойства звука, а практически всех его свойств: силы, высоты, тембра, темпоритмических характеристик. Изменения эти касались даже и тех характеристик вокальной фразы, которые были заданы композитором, т. е. звуковысотного и темпоритмического рисунков мелодии. Таким образом, выражая ту или иную эмоцию, певец в той или иной степени отклоняется от предписаний нотной записи, что и определяет эмоциональную окраску его голоса.

Причем оказалось, что для каждой эмоции характерен свой набор отличительных акустических признаков голоса. Так, для горя — наибольшая длительность слога, медленное нарастание и спад силы звука, характерные «подъезды» и «съезды» в высоте звуков нот, создающие плачущую интонацию, и др. Гнев, наоборот, характеризуется резкими, «рублеными» фронтами и обрывками звука, большой силой голоса, зловещим звенящим или шипящим тембром. Для страха отличительными оказались резкие перепады силы голоса, сильное нарушение ритма мелодии, резкое увеличение пауз и т. п.

Каждый исполнитель, разумеется, пользовался для выражения эмоций своими индивидуальными голосовыми средствами, имел какие-то особенности в варьировании этих средств, например, использовал не все признаки, а только часть их, однако никто из них не избрал, например, для выражения эмоции горя признаки, характерные для радости или гнева, и т. п.

Статистическая обработка акустических признаков разных эмоций подтвердила, что они достаточно надежно друг от друга отличаются, иначе говоря, четко привязаны к своему эмоциональному состоянию. Это и дает основание считать выделенные объективные признаки или акустические средства эмоциональной выразительности голоса певца элементами алфавита языка эмоций в пении [6]. Но только ли в пении?

Рис. 2. Язык эмоций независим от смысла слова. Одним из доказательств этого положения является способность человека — актера, певца, музыканта — выразить эмоции при произнесении (или пении) не только фразы со словами, но вокализации ее без слов (вокализ на мелодию фразы «Спи дитя мое»), при пении одной гласной на одной ноте и даже при помощи звука скрипки. В последнем случае скрипачу давалось задание выразить радость, гнев, страх и т. д. при игре отрывка из Рондо каппричиозо Сен-Санса. По вертикальной шкале — вероятность правильного восприятия слушателями разных эмоций (%)

Язык, понятный всем на земле

Сам термин «язык эмоций» мы до недавнего времени употребляли скорее в образном, чем в точном научном смысле. Теперь у нас начинают появляться определенные объективные свидетельства того, что это коммуникационная система, аналогичная в известной мере фонетической системе логической речи. Но вместе с тем несравненно более универсальная, претендующая на всеобщую понятность.

Акустические средства выражения эмоций голосом поражают нас бесконечным разнообразием красок, оттенков и индивидуальных особенностей. Вместе с тем это, казалось бы, необозримое множество звуковых красок подчиняется каким-то внутренним закономерностям. Вначале нас несколько удивило и озадачило, что основные акустические средства выражения эмоций в голосе современных певцов оказались, в сущности, такими же, как и у Шаляпина, несмотря на все своеобразие и индивидуальность разных голосов. Но потом стало ясно: если существует язык эмоций, то иначе и быть не может. Ведь бесконечное разнообразие речевых особенностей людей не мешает существованию единого для всех (разумеется, в пределах данного языка) фонетического алфавита. Точно так же, по-видимому, существует и единый для всех людей акустический алфавит эмоций. Изобрети Шаляпин или любой певец какой-нибудь иной, свой алфавит языка эмоций — и его исполнение осталось бы непонятным для слушателей, сидящих в зале. Ведь общение при помощи языка предполагает знание этого языка как говорящим, так и слушающим.

Наши коллеги — В. И. Галунов и В. Манеров и другие — изучали акустические средства эмоциональной выразительности обычной речи. Сопоставление результатов наших исследований показало, что говорящий человек и поющий пользуются, в сущности, общими средствами выражения эмоций, так сказать, общим алфавитом, несмотря на существенные различия между речью и пением. Надо думать, что общность эта распространяется и на актерскую речь: голосовые краски для выражения эмоций талантливый актер и певец отбирают из жизни, т. е. из речи. Именно потому они отличаются правдивостью и всеобщей понятностью.

Как же родился язык эмоций и на чем основана его универсальность?

Психофизиологическим основанием такой универсальности и всеобщей понятности языка эмоций, по-видимому, является зависимость характера издаваемого человеком звука от физиологического состояния его организма, испытывающего ту или иную эмоцию, в частности, от состояния органов голосообразования. Так, например, у человека, находящегося в гневе, вся мышечная система, в том числе и голосовые связки и дыхательный аппарат, сильно напряжена, что неизбежно и отражается на характере звука. Общее мышечное расслабление человека, «убитого горем», также приводит к характерным изменениям голоса. При выражении радости чувствуется, что человек говорит или поет, как бы улыбаясь чему-то. И действительно, на лице его светится улыбка, влияющая на физиологические свойства звука. Акустическая теория говорит, что расширение ротового отверстия приводит к смещению формантных частот[1] в более высокочастотную область, что и наблюдается при

[1] Форманты — это группы усиленных обертонов в спектре голоса человека, определяющие фонетическое качество звука или его характерные тембровые особенности.

разговоре или пении «на улыбке» (см. спектры голоса Шаляпина на рис. 3).

Таким образом, акустический признак эмоций в голосе оказывается связан, точнее продиктован, физиологическим признаком состояния. Это лежит в основе не только единства голосовых средств выражения эмоций, но, по-видимому, и в основе восприятия эмоций слушателем. Слушая эмоционально окрашенный звук голоса, мы как бы мысленно представляем себе, каким способом он может быть рожден. Этот процесс, быстрый и подсознательный, укрепленный в нас миллионами лет эволюции, по-видимому, и обеспечивает нам понимание языка эмоций (рис. 4). Сходный механизм известен в науке под термином «анализ через синтез». Он также нашел отражение в так называемой моторной теории восприятия речи.

Суть «моторной теории» в том, что человек, слушая речь собеседника, как бы мысленно повторяет его слова. Это доказывается микродвижениями его губ, языка и всех артикулярных органов, нередко явно выраженных и заметных со стороны.

Характерная черта языка эмоций — это непроизвольность и подсознательность — проявляется как при его восприятии и декодировании, так и при формировании эмоциональных красок голоса (не потому ли звук голоса нередко выдает, что человек говорит не то, что думает). Попробуйте воспроизвести интонацию своего же собственного эмоционального возгласа, и если вы не актер, то убедитесь в абсолютной фальшивости копии. Недаром теория актерского мастерства, разработанная К. С. Станиславским и нашедшая физиологическое обоснование в трудах П. В. Симонова, требует непременного участия и элементов подсознания в управлении речевой интонацией, равно как и всем поведением актера на сцене.

В свете приведенных данных универсальность языка эмоций основана на сходстве у всех людей — будь то простой человек, артист или моряк — основных физиологических процессов, сопровождающих эмоции. Эти соображения указывают и на известную общность голосовых средств выражения эмоций у людей и высших животных, на что, как уже говорилось, впервые обратил внимание еще Ч. Дарвин в своем трактате «Выражение эмоций у человека и животных».

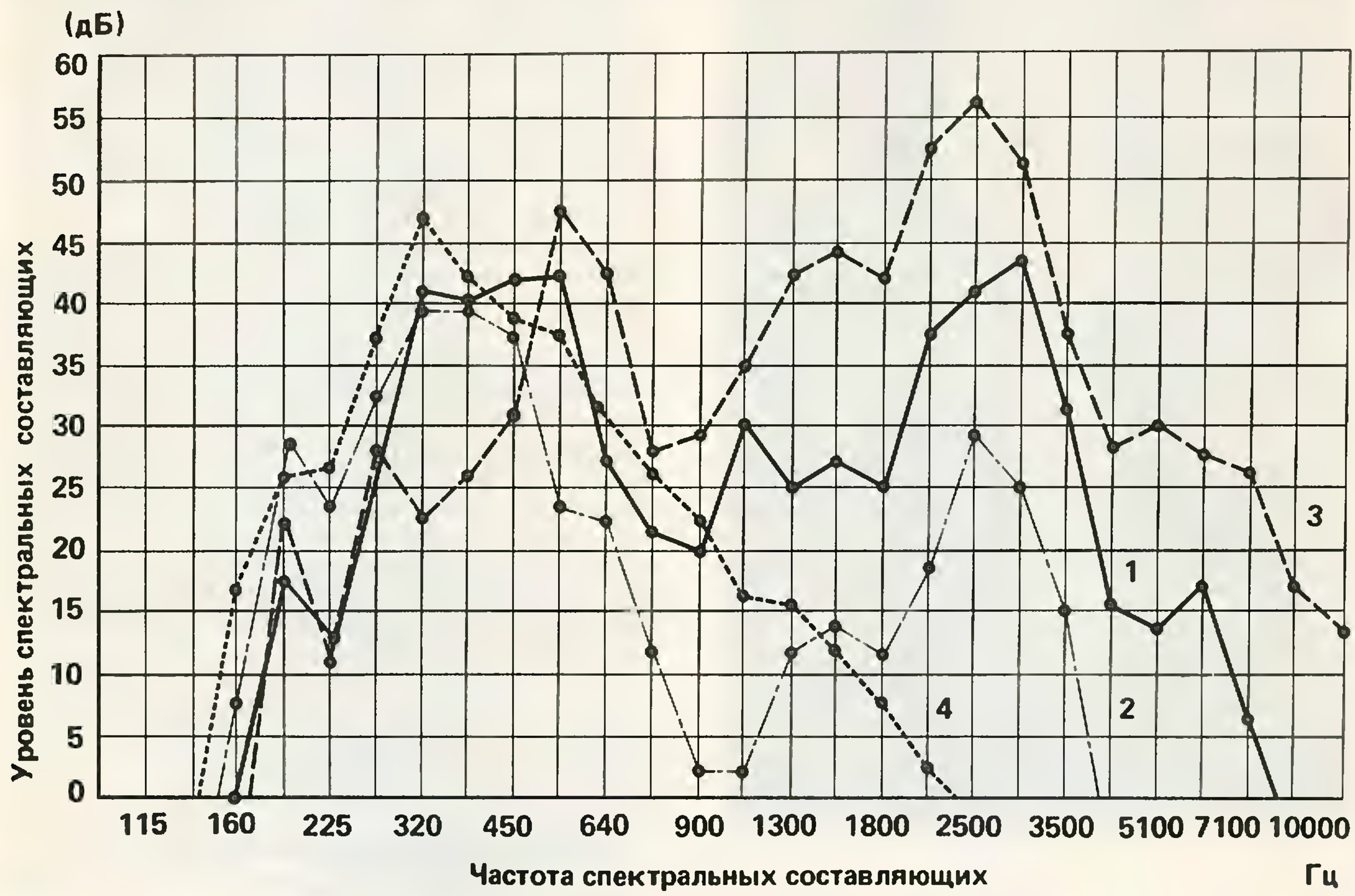


Рис. 3. Интегральные спектры голоса Ф. Шаляпина при исполнении им отрывков из вокальных произведений, насыщенных различным эмоциональным содержанием, показывают сильные различия в уровне и частотном положении высоких обертонов голоса при выражении радости 1, горя 2, гнева 3, страха 4. Эти различия и обусловливают характерные изменения тембра голоса артиста при выражении эмоций

Наконец, у нас есть основание считать, что средства музыкальной выразительности, точнее эмоциональности, инструментальной музыки так же в значительной мере имеют общую природу со средствами эмоциональной выразительности речи и пения. Подтверждение такой точки зрения, кстати сказать, находим мы в высказываниях многих выдающихся деятелей музыкального искусства и в самом их творчестве (Асафьев, Мусоргский, Даргомыжский и другие).

Недаром поэтому язык музыки и пения — понятный всем на земле язык эмоций — звучит на всех международных фестивалях как язык, не знающий границ, содействуя взаимопониманию и дружбе между людьми.

«Наоборотный язык» Лады Самсоновой

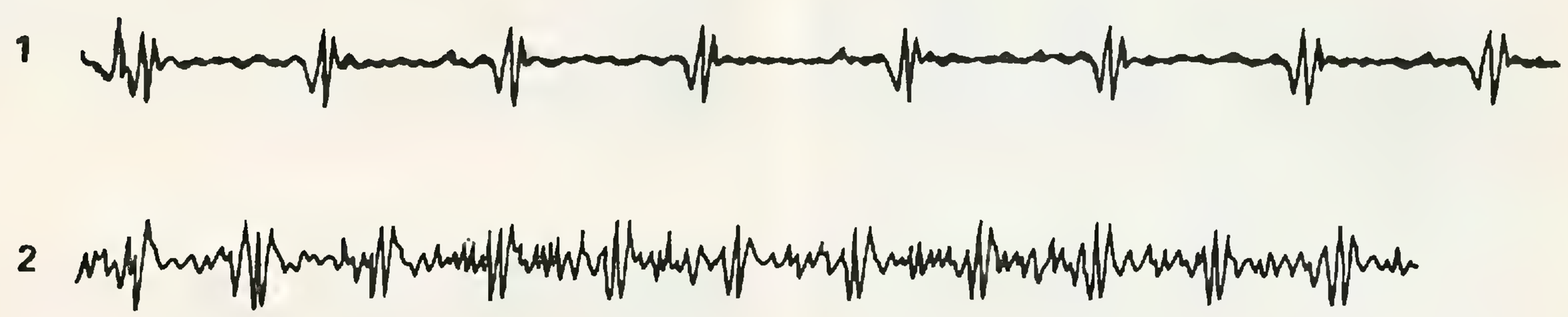
Знакомьтесь. Перед вами улыбающаяся миловидная девушка, обладательница уникальной способности: она владеет «наоборотным языком». Его суть в том, что слова любой фразы Лада может произносить наоборот, т. е. как бы читать их, начиная с последней буквы к первой. При этом делает она это столь быстро и уверенно, что подвергает окружающих просто в изумление. Эти «наоборотные» процедуры Лада легко производит не только со знакомыми словами, но и с незнакомыми, которые она слышит впервые.

Мы пригласили Ладу Самсонову в нашу лабораторию невербальной коммуникации Института психологии Академии наук СССР, чтобы познакомиться более подробно с ее необычными способностями, тем более что в течение ряда лет, точнее с 1987 г., мы занимаемся изучением способностей людей воспринимать смысл слов и значение различных видов невербальной экстралингвистической информации (эмоциональной, индивидуально-личностной и др.) в условиях ее обратного, т. е. инвертированного во времени предъявления слушателю. Практически это достигается путем прокручивания магнитофонной ленты с записью речевых и других звуков в обратном направлении.

Еще в 60-х годах французский исследователь А. Моль показал, что метод временного инвертирования (т. е. прокручивания магнитоленты в обратном направлении) разрушает для слушателя семантическую, т. е. собственно речевую вербальную, информацию, но сохраняет, как он пишет, эстетическую информацию, к которой он, по сути его высказываний, причислял все виды невербальной информации образно-предметного (иконического) характера. Молем, однако, не было проделано детальное исследование на этот предмет разных видов экстралингвистической информации речи, что мы и проделали.

Согласно нашей гипотезе (основанной, кстати, на ряде экспериментальных фактов и другого рода) имеется принципиальное различие в механизмах обработки мозгом собственно речевой (вербальной) и невербальной (экстралингвистической) информации (см. разделы «Человек и ЭВМ — проблемы взаимопонимания» и «Двухканальная природа речевого общения»). Различия эти, в

ТЕЛЕЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ПЕВЦА



1 — Покой 2 — Пение (ария Мазепы)

Рис. 4. Один из основных методов изучения акустических средств эмоциональной выразительности голоса — метод спектрального анализа. На фотографии — народный артист СССР В. Атлантов в нашей лаборатории перед электроакустическим спектрометром. Яркие эмоциональные краски певческого голоса рождаются как результат сильно выраженных эмоциональных состояний певца во время пения. Телекардиограмма, снятая во время пения баритоном В. А. арии Мазепы показывает, что частота пульса возрастает при пении (II) в полтора-два раза по сравнению с нормой (I).

частности, и должны были проявиться в особенностях восприятия мозгом как собственно речевой, так и разных видов экстралингвистической информации.

Первое, что мы сделали, — это попытались прокрутить наоборот для группы испытуемых (слушателей) пленку с записью уже знакомых читателю эмоционально-окрашенных фраз, записанных с голоса О. Басилашвили, а также пленки с записями эмоционально-окрашенного в разные тона голоса певцов.

Результаты показали, что восприятие наоборот практически не лишает слушателей правильно воспринимать эмоциональную окраску по сравнению с нормой. Несколько сниженный общий процент правильных восприятий можно отнести за счет необычности «наоборотного» звучания речи и пения. Некоторая тренировка практически сглаживает эти различия.

Таким образом, человек, практически не понимая ни одного слова в «наоборотной» речи и пении, прекрасно и притом сходу (безо всякой тренировки) распознает язык эмоций в инвертированном во времени варианте.

Способен рядовой слушатель (по нашим данным) распознать в «наоборотном» звучании и другой вид экстралингвистической информации — возраст говорящего. Для этой цели были использованы те же самые эмоционально-окрашенные фразы О. Басилашвили, а испытуемым давалось задание определить только возраст говорящего и больше ничего. Результаты показали, что слушатели в целом близко к истине определили возраст О. Басилашвили. Но при этом выяснилась любопытная деталь — возраст артиста по оценкам слушателей оказался зависимым от эмоциональной окраски его голоса (!): эмоции гнева и страха дали максимальный возраст (около 50 лет), а эмоции радости и нейтральное звучание привели к минимальным оценкам (около 39 лет). Поскольку разница по оценкам возраста немалая — около 10 лет — людям, желающим выглядеть помоложе — а это прежде всего относится к прекрасному полу, — есть шанс «помолодеть», воспользовавшись знанием этой психологической закономерности.

Если же говорить серьезно, то здесь мы сталкиваемся с весьма важным законом взаимодействия и взаимовлияния различных видов экстралингвистической информации на уровне ее восприятия и обработки мозгом человека. Данные эти могут оказаться не бесполезным и в криминалистике в случае рассмотрения свидетельских показаний об опознании возраста человека по его голосу.

А способен ли человек узнать своего знакомого, если его голос будет звучать наоборот? Проведенные нами опыты показали, что слушатели — а их было 26 человек — прекрасно справились с этой задачей, определив по голосу (в среднем с точностью 86%) 20 человек своих знакомых (10 мужчин и 10 женщин) и отличив их от двух совершенно незнакомых людей, голоса которых были специально включены в магнитофонную тестовую запись, прокручиваемую наоборот. Пол диктора при этом был неправильно воспринят всего лишь в 1% случаев, что соответствует точности определения в этих условиях пола диктора по его голосу с надежностью 99%!

Опрос испытуемых-слушателей показал, что при определении по «наоборотному» голосу своих знакомых и эмоций они в значительной мере ори-

ЗАВИСИМОСТЬ ПРАВИЛЬНЫХ ОЦЕНОК РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ ОГРАНИЧЕНИЯ СПЕКТРА ВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Рис. 5. Экстралингвистическая информация голоса оказывается более помехоустойчивой (по сравнению с лингвистической) не только по отношению к действию шума, но и по отношению к частотному ограничению спектра. График показывает, что ограничение высоких частот до 300 Гц полностью разрушает лингвистическую информацию. Определение же эмоций в таком сигнале, так же как и узнавание диктора, в значительной степени сохраняются

ентировались на сохраняющиеся для нашего слуха в этих условиях тембровые особенности голоса. Теоретические расчеты, а также экспериментальные их проверки показывают, что при инвертировании во времени интегральные спектры голоса, ответственные за его индивидуально-эмоциональные особенности тембра сохраняются. Это дает основание полагать, что способность слушателей к восприятию невербальных характеристик голоса основывается именно на интегральных, т. е. усредненных за определенное время, характеристиках спектра (рис. 5). Согласно современным научным представлениям такой механизм целостного восприятия характерен для работы правого полушария мозга человека.

Как уже упоминалось, речь при «наоборотном» звучании слушателю не понятна, что говорит о принципиально иных механизмах декодирования мозгом. Считается, что механизм этот заключается в тонком детальном во времени посегментном (пофонемном, послоговом) анализе динамики формантной структуры речевого сигнала. Поскольку же динамика эта в «наоборотном» звучании искажена (инвертирована) во времени, то мозг, естественно, и не может декодировать речевую информацию в этих условиях.

Но необходимо уточнить: обычно не может, поскольку оказалось, что Лада Самсонова это делать может. Нам удалось также узнать, что «наоборотным языком» владеют и другие люди, правда в разной степени совершенства. Один из них — молодой человек по имени Орест также был гостем нашей лаборатории, и мы записали на магнитофон его диалог с Ладой на этом необычном языке. Данные эти обрабатываются и составят предмет специальной работы.

Что же касается языка эмоций в «наоборотном» виде, то, как показали наши опыты, он доступен каждому из нас.

Двухканальная природа речевого общения

Одним из важнейших принципов работы мозга, отличающих его от многих технических систем, в частности ЭВМ (по крайней мере старого типа), является принцип параллельной обработки многих разных видов информации, поступающей по разным анализаторным каналам (слух, зрение, кожно-тактильное, мышечное чувство и др.) и даже в пределах одного и того же канала. Применительно к звуковой речи мозг можно считать двухканальной системой, несмотря на кажущуюся одноканальность речевого акустического сигнала.

Таким образом, традиционная одноканальная схема речевой коммуникации (заимствованная в свое время у Шеннона) нуждается в принципиальной коррекции. В свете приведенных в этом разделе данных и других современных представлений двухканальная природа звуковой речевой коммуникации иллюстрируется рис. 6, где указанные каналы обозначены терминами «лингвистическая информация» и «экстралингвистическая информация». Экстралингвистический канал, в свою очередь, состоит из множества субканалов по характеру разных видов этого рода информации.

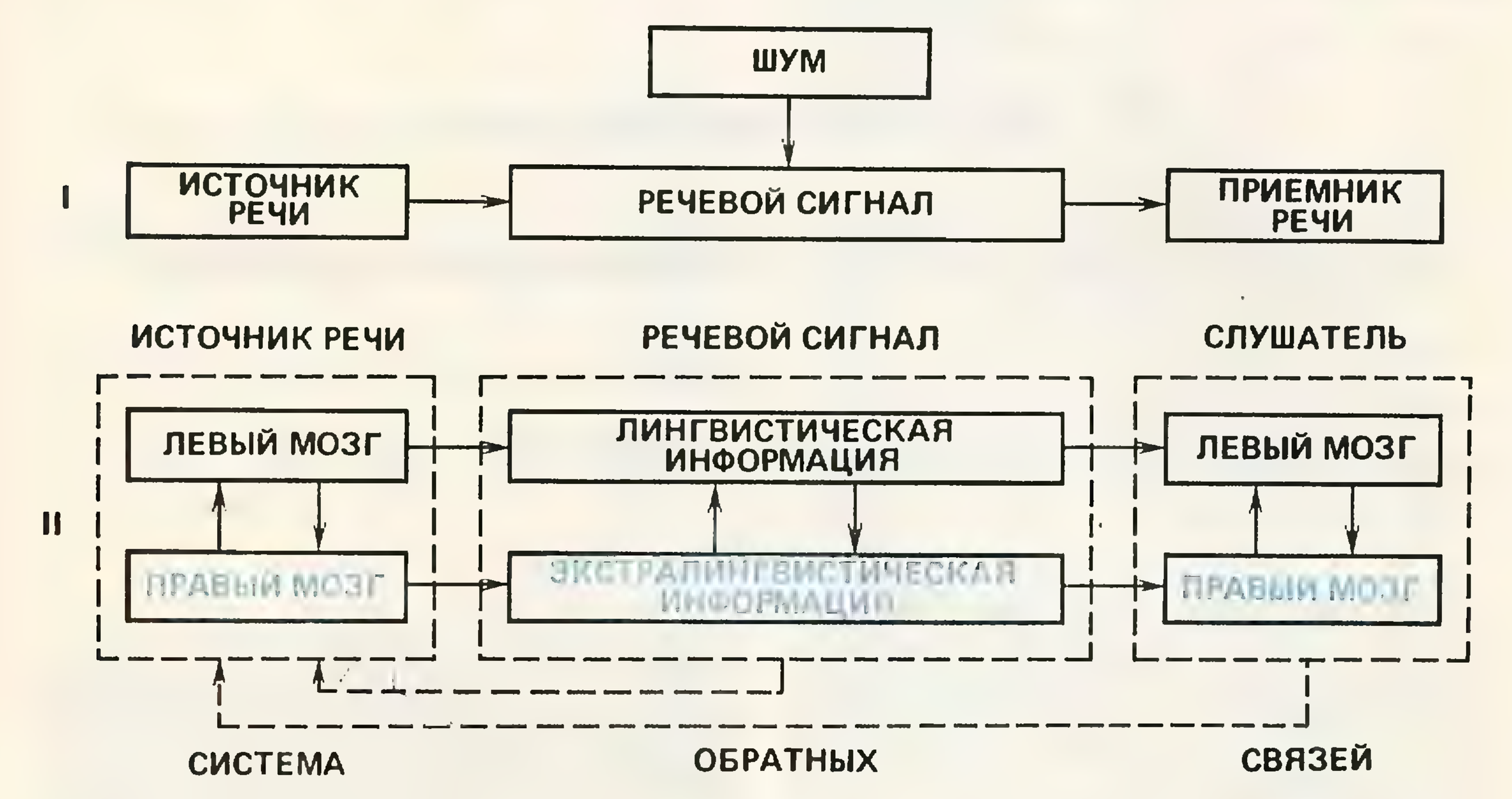


Рис. 6. Традиционная схема речевой коммуникации, представленная одним каналом (А), и схема речевой коммуникации, подчеркивающая ее двухканальную природу.

В мозгу человека осуществляется функциональное разделение этих каналов по принципам обработки информации: левое (лингвистическое) полушарие осуществляет посегментный анализ речевого сигнала, ориентируясь на тонкую дина-

мику его формантной структуры в микроинтервалах времени, а правое (экстралингвистическое) полушарие использует целостный принцип анализа на основе сравнения интегрального акустического образа сигнала с хранящимися в памяти паттернами (эталонами) образцов этого вида информации.

Двухканальный принцип работы мозга проявляется не только в условиях восприятия речи, но и в процессе формирования (порождения) речевого высказывания в форме принципиально разных функций больших полушарий мозга в этом процессе.

Объективной основой разделения мозгом каналов лингвистической и экстралингвистической коммуникации являются различия в акустических средствах и принципах кодирования этих двух видов речевой информации. Если для вербальной информации определяющим является динамика формантной структуры сигнала, то для экстралингвистической, как показали наши исследования, особую роль приобретают динамика основного тона голоса и другие особенности просодической организации речи. Таким образом, лингвистический и экстралингвистический каналы оказываются обособленными (по целому ряду критериев) во всех звеньях системы речевой коммуникации. По отношению к действию шума эта обособленность проявляется в разной помехоустойчивости лингвистической и экстралингвистической информации: помехоустойчивость экстралингвистической информации оказывается выше (рис. 7).

Несомненны также различия между указанными каналами и в эволюционно-историческом аспекте, экстралингвистическая коммуникация является значительно более древней по сравнению с лингвистической. Возникновение в процессе эволюции слова как весьма совершенного средства передачи любых видов информации не привело, однако, к умалению эволюционно древней формы экстралингвистической коммуникации. Она продолжает сосуществовать наряду со словом, существенно дополняя и видоизменяя его смысл, а во многих случаях претендуя на самостоятельность. В огромном большинстве ситуаций речевого общения более важным является не столько ЧТО говорит человек, сколько КАК говорит и КТО говорит. Доминирующая роль экстралингвистической информации представляется очевидной в таких специфических видах звуковой коммуникации, как искусство сценической речи и пения. Важнейшим и почти неизученным свойством двухканальной системы речевой коммуни-

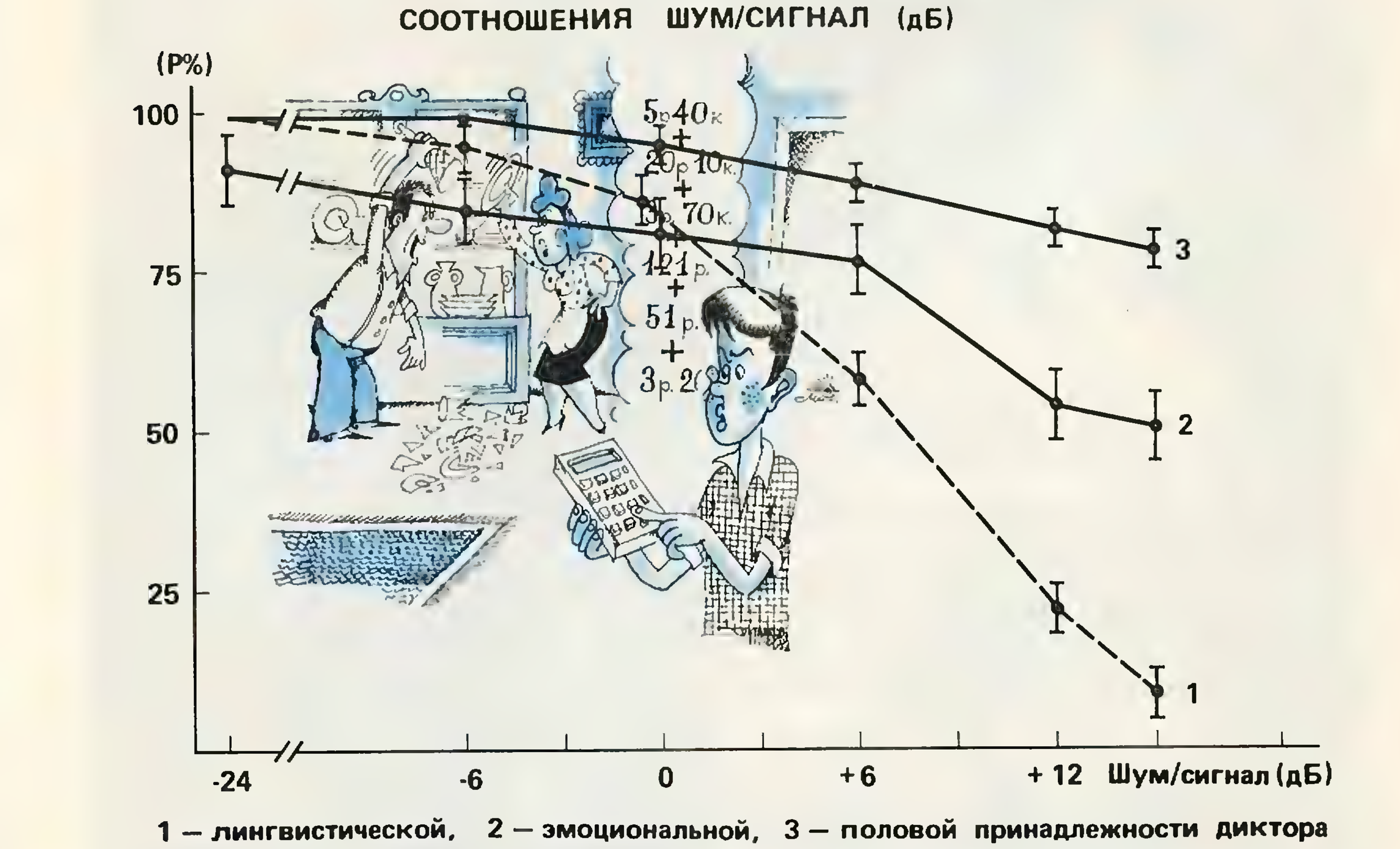


Рис. 7. Помехоустойчивость экстралингвистических видов информации (эмоциональной и о половой принадлежности диктора) намного выше, чем лингвистической (речь). При действии сильного шума (при соотношении сигнал/шум=+16 дБ) лингвистическая информация полностью разрушается (слушатели не могут разобрать ни одного слова), но восприятие эмоций возможно с вероятностью более 50%, а пола диктора — более 80%

кации является взаимодействие каналов лингвистической и экстралингвистической информации, появляющейся во всех звеньях данной системы и на всех этапах обработки речевой информации мозгом.

В заключение отметим, что представленные в разделе данные о восприятии человеком эмоциональной интонации голоса как одного из важнейших средств экстралингвистической коммуникации впервые получены нами с применением модели не только актерской, но и вокальной речи (пения). Комплекс этих исследований позволил выдвинуть представление об эмоциональном слухе как специфической системе обработки этого рода информации в мозгу человека, входящей в структуру экстралингвистической коммуникации и имеющей древнейшие основы. По-видимому, степень развитости эмоционального слуха может служить одним из объективных критериев принадлежности человека к художественному типу личности (по И. П. Павлову). Практической реализацией этих исследований явилось внедрение разработанных нами тестов и методик для профотбора лиц художественных профессий.

Представление о речевой коммуникации как о двухканальной системе является, несомненно, плодотворным в бионическом смысле, т. е. для создания новых, более совершенных систем автоматического анализа и синтеза речи с помощью ЭВМ. Можно с уверенностью сказать, что дальнейшие успехи в решении проблемы автоматического анализа и синтеза речи будут зависеть от того, насколько полно удастся техническими средствами смоделировать принцип парной работы полушарий головного мозга человека с учетом функциональной специализации каждого из них к восприятию и переработке (а также генерированию) разных видов речевой информации: собственно речевой (лингвистической) и экстралингвистической.

Литература

1. Автоматическое распознавание слуховых образов. (АРСО — 15). — Таллинн, 1989.
2. Линден Ю. Обезьяны, человек, язык. — М.: Мир, 1981.
3. Морозов В. П. Биофизические основы вокальной речи. — Л.: Наука, 1977.
4. Галунов В. И., Манёров В. Х. Устройство для определения эмоционального состояния по речевому сигналу. АС № 793575. — 1981.
5. Восприятие речи — вопросы функциональной асимметрии мозга/Под ред. В. П. Морозова. — Л.: Наука, 1988.
6. Морозов В. П. Занимательная биоакустика. — М.: Знание, 1987.
7. Павлов В. В. Системы Человек — Машина. Проблемы и синтез. — Киев, 1987.
8. Файн В. С. Распознавание образов и машинное понимание естественного языка. — М.: Наука, 1987.
9. Симонов П. В. Эмоциональный мозг. — М.: Наука, 1980.
10. Поспелов Г. С., Поспелов Д. А. Искусственный интеллект — прикладные системы. — М.: Знание, 1985.
11. Фролов М. В. Контроль функционального состояния человека — оператора. — М.: Наука, 1987.

В. А. НИКЕРОВ

НАУКА ПРОТИВ ЖИЗНИ?

Сегодня почти уже никто не призывает к победе человека над природой.

И наш современник, профессор МГУ, доктор физико-математических наук А. Фоменко более скептически оценивает научно-технический прогресс, чем его предшественник, гениальный средневековый художник А. Дюрер.

Вопрос о возможности каких-либо непредсказуемых неприятных последствий различных направлений НТП представляется очень серьезным.

Действительно, опыт цивилизации показывает, что внедрение новшеств, особенно масштабных и сложных, всегда связано с определенным риском. Однако противодействие научно-техническому прогрессу часто связано с непониманием и неинформированностью о той глобальной роли, которую он играет в нашей жизни. Поэтому необходима выработка нового, взвешенного подхода к проблеме. Приходится искать компромиссные решения, позволяющие, с одной стороны, поддерживать высокий уровень развития цивилизации, а с другой стороны, дать приемлемые гарантии безопасности.

А. Дюрер. Меланхолия

А. Фоменко. Антидюрер

А. Фоменко. Антибрейгель

Сегодня выявилось отчетливо выраженное свойство НТП — он опьяняет. Зачастую ученый в сложной жизненной ситуации ведет себя, как изображенный Салтыковым-Щедриным крутогорский архивариус, который, прочитав некую деловую бумагу, заявил: «Понимать не понимаю, а отвечать могу». Специалиста, в особенности специалиста узкого профиля, с иронией определяют как человека, ошибающегося по правилам, или как человека, не допускающего маленьких ошибок.

Еще одна характерная и тревожная ситуация, когда ученый отличается от среднего авантюриста и афериста только более высоким уровнем интеллекта, который позволяет ему мастерски рекламировать положительные и замалчивать отрицательные аспекты своих идей.

Особую тревогу вызывают принципы жизнедеятельности научных организаций. Такие организации, так же как и многие другие, обычно формируются — формально или фактически — по принципу кооптации, когда группа людей своим решением дополняет себя себе подобными индивидуумами. Не секрет, что принцип кооптации обладает недостатком, который можно свести к математической неустойчивости оптимального, работоспособного состояния организации. Случайное возмущение — попадание в организацию, особенно в высшие ее эшелоны, некомпетентных людей приводит к почти необратимому падению компетентности всей организации. При этом надо отметить, что неоптимальное состояние организации обладает куда большей устойчивостью. Некомпетентные люди, подобравшиеся по признакам родства, связей, безобидности, удобства в общении, материальной выгоды, никогда не допустят в свою среду талантливого человека, личность. К примеру, уже при отборе аспирантов степень одаренности часто рассматривают как показатель второго порядка важности. Стараются не брать в аспирантуру студентов, неудобных в общении, имевших выговоры. Тем самым заведомо отсекаются неординарные, неуступчивые, принципиальные личности, которые как раз могли бы быть наиболее пригодны к творческой работе. На более высоких ступенях, вплоть до академических, те же проблемы. Недостатки принципа кооптации позволяет преодолеть лишь альтернатива, которая может возродить либо заменить исходную организацию. Однако такую альтернативу не всегда удается просто и безболезненно предложить.

Наука зачастую ограничивает самостоятельность и возможности индивидуальной деятельности человека. Усиливает беспомощность не только перед природной стихией, но и перед стихийными проявлениями следствий самого НТП.

Не зря уже почти в наше время выдающийся ученый и философ Н. Винер заметил тенденцию превращения молодых ученых в интеллек-

А. Фоменко. Апокалипсис

туальных лакеев и табельщиков и писал: «Думаю, что, родись я в теперешнюю эпоху умственного феодализма, мне удалось бы достигнуть немного».

И никого уже не удивляет, что в «Докладах АН СССР» солидные ученые пишут, что «нельзя считать исключением, что Homo sapiens является тупиковым видом».

Наша концепция НТП по-прежнему носит самоуничтожительный характер, причем вероятность самоуничтожения растет со временем. Однако, возможно, ситуация не безнадежна. Может быть, удастся найти качественно другую концепцию, выход в другое жизненное измерение, буквально или в переносном смысле.

В сегодняшней, не всегда предсказуемой экологической ситуации, характеризующейся некоторым ростом во всем мире числа различных стихийных бедствий и промышленных аварий, особо важным показателем является то, насколько надежно мы можем предсказать и предотвратить все возможные опасности, связанные с возрастанием роли науки и наукоемких производств в нашей жизни. С увеличением масштабов все более необходимо, чтобы промышленная или исследовательская система была устойчива к внезапному непредвиденному локальному выводу ее из строя, независимо от причин такой аварии: отказа отдельных узлов автоматики, случайного или даже умышленного нарушения режима работы и т. п. Эта устойчивость должна обеспечивать максимальные гарантии, что локальная авария не приведет к глобальной катастрофе.

Еще один аспект проблемы связан с увеличением скорости индустриального преобразования общества. И здесь нельзя уподобляться тем генералам, которые, как гласит известная поговорка, обычно готовятся к прошедшей войне. Действительно, на протяжении столетий перемены происходили достаточно медленно, за время жизни многих поколений. Это гарантировало довольно качественную проверку и позволяло производить естественный отбор удачных и отбраковку нежизнеспособных нововведений. К примеру немало времени — даже в историческом масштабе — понадобилось человеку, чтобы сменить гардероб и перейти от одежды из шкур к натуральным тканям растительного происхождения. Сегодня же люди многократно на протяжении своей жизни идут на риск и надевают на себя все новые одеяния из новейших искусственных материалов, почти не боясь негативных последствий для себя и своих потомков. Оценить вероятность таких последствий по понятным причинам непросто, однако уже сегодня есть данные, что они могут проявиться даже в десятом поколении. Сегодняшние темпы перемен настолько велики, что такой естественный отбор затруд-

(Продолжение см. на с. 24)

Н. А. ПАВЛЮК

«ОБРЕТАЮТ БЕССВЯЗНУЮ СВЯЗЬ...»

Смятенье чувств: хаос или гармония?

В интеллектуальной деятельности эмоциональное начало не менее важно, чем логическое. И это относится не только к поэзии, музыке, живописи, а и к математике, физике, кибернетике и многим другим, казалось бы, далеким от человеческих страстей областям творчества. Вместе с тем поразительно, что, априорно признавая все вышесказанное, создатели новых поколений компьютерной техники и программисты при моделировании процессов мышления опираются лишь на одну логическую сторону. А ведь еще Шарль Балли, психолог и лингвист, творивший в начале нынешнего века, заметил: «Рассудок и чувство смешиваются во всех наших мыслях, так что значение имеет только пропорция, в которой они представлены».

> Как вы хотите понять мои картины, когда я сам, который их создал, их тоже не понимаю. Факт, что я в тот момент, когда пишу, не понимаю моих картин, не означает, что эти картины не имеют никакого смысла, напротив, их смысл настолько глубок, сложен, связан, непроизволен, что ускользает от простого логического анализа.
>
> Сальвадор Дали

Итак, эмоции... Область поэтов, музыкантов, художников... Великая тайна природы... Можно ли вообще говорить о каком-либо моделировании такого туманного, на первый взгляд не поддающегося никакой логике объекта? А это смотря по тому, что считать логичным, а что — нелогичным. Скверное настроение в летний погожий день на берегу моря внешне кажется нелогичным. Нередко и сам человек не понимает, что это такое с ним вдруг происходит, не говоря уже об окружающих; те обычно успокаивают: «Не вижу повода для беспокойства...» А ведь это сигнал тревоги. Если причины внутренние — возможно, это первые симптомы какого-то заболевания, если внешние, то это свидетельство надвигающихся неприятностей, которые человек по слабым, едва заметным признакам уловил, но уловил-то не думая, не гадая, не осознавая, а вот кто-то внутри него зафиксировал приближение «грозы» и, испортив настроение, предупредил.

И этот кто-то постоянно следит и за температурой воздуха, и за влажностью, и за магнитными бурями, и за процессом пищеварения, из-за него у нас болят зубы и портится аппетит, из-за него мы влюбляемся, мучаемся, радуемся, даже ходим мы не сами и руками машем тоже, все за нас делает некто, о котором мы не думаем. Попробуйте полностью управлять движением собственного тела: какую мышцу насколько сократить, какую расслабить, на какую высоту поднять ногу, на какое расстояние пронести, как опустить... Уверен, далеко не уйдете.

За нас ходит, плачет и тщательно пережевывает пищу подсознание. Всеми важнейшими функциями управления нашим организмом ведает оно, причем нередко мы сознательно не только не помогаем своему управителю, а, напротив, вредим. Вот наблюдения за работой сознания Б. Пастернака: «Что такое сознание? Рассмотрим. Сознательно желать уснуть — верная бессонница, сознательная попытка вчувствоваться в работу собственного пищеварения — верное расстройство его инервации. Сознание — яд, средство самоотравления для субъекта, применяющего его на самом себе. Сознание — свет, бьющий наружу. сознание освещает перед нами дорогу, чтоб не споткнуться. Сознание — это зажженные фары впереди идущего паровоза. Обратите их светом внутрь, и случится катастрофа».

Значит, управляет организмом и большей частью психики подсознание. Редкое исключение составляют йоги, которым удается в результате длительных тренировок сознательно регулировать некоторые внутренние биологические процессы. Но не с рождения же они это делают?! Ведь до достижения таких результатов правит все-таки подсознание!

Говоря об управлении, мы сразу выходим на кибернетический уровень, т. е. подсознание представляется как сложнейшее кибернетическое устройство, своеобразный компьютер. Программа его работы совершенствовалась и отлаживалась миллионы лет. Вся эволюция с кибернетических позиций представляется формированием и корректировкой биологического компьютера с постоянным вводом новой информации об условиях окружающей среды, ее взаимосвязях, видах и разновидностях объектов, от которых зависит существование данного типа организмов. Поэтому основная информация, необходимая для биологического существования человека, программируется еще в момент зачатия.

Сознание в большей части социально, подсознание биологично. Эти два компьютера образуют единую систему, они взаимодополняют друг друга, постоянно взаимодействуют, а нередко и противоборствуют (хочется спать, но надо работать и т. п.). Причем подсознанию отдана вся черновая работа — от регулирования всех биологических процессов до сортировки, распределения и обработки информации, полученной за день, во время сна. Подсознание ничего не забывает, забывчиво лишь сознание. Определенный стимул может вытянуть из памяти давным-давно забытые сцены, диалоги, слова иностранного языка и даже формулы.

Четкой границы между сознанием и подсознанием, видимо, не существует. Что-то мы не осознаем вообще, а оно функционирует в нас, что-то смутно ощущаем, что-то представляем довольно отчетливо. Переход от бессознательного к сознательному может быть плавным, постепенным, а может быть и скачкообразным (например, так называемые озарения). Даже память в основном организуется и управляется подсознанием. Память в принципе подобна компьютерным носителям информации (диски, магнитные ленты, перфокарты и пр.) Сознание «имеет власть» вызвать и включить в работу нужную программу, однако каким образом подсознание находит ее и подает в

наш мозговой «дисплей», оно не ведает. При этом обязательно включаются и связанные с искомой другие программы, причем связь между ними чаще всего не логическая, а образно-метафорическая. Именно поэтому сознательно сосредоточиться длительное время на одном объекте (проблеме, задаче) рядовому человеку довольно сложно, а детям это вообще удается крайне редко. Хотя, сосредоточившись, не менее сложно переключиться на другую программу: предыдущая должна доработать до конца. Всем известна ситуация, когда кто-то начинает рассказывать анекдот и вдруг, к собственному огорчению, видит по реакции слушателей, что анекдот-то с бородой, однако в большинстве случаев рассказчик остановиться не может. Программа включена и должна быть прокручена до конца. Выключение ее происходит обычно с помощью внешних раздражителей: слушатели обрывают, родители ребенка, увлеченного игрой, пытаются уложить его спать, что нередко приводит к слезам. Внешнее выключение уже работающей психологической программы вызывает, как правило, отрицательные эмоции.

Вообще работа сознания во многом напоминает работу оператора ЭВМ с той лишь разницей, что успешно управлять мыслительными операциями и включать в нужный момент необходимую программу удается далеко не каждому. На оператора собственного биологического компьютера нужно учиться гораздо дольше, чем для работы с компьютером технократическим.

Сознательно мы не в состоянии зафиксировать одновременно множество окружающих нас объектов и явлений и огромное число взаимосвязей между ними. Это делает за нас подсознание. Оно же по сходству или противопоставлению тех или иных признаков порождает метафору, столь необходимую при любой интеллектуальной деятельности. Ведь «яблоко Ньютона» или «ванна Архимеда» есть не что иное, как научная метафора.

Внутренняя вселенная человека — отражение внешней вселенной. Она настолько сложна, что наука пока еще только изобретает первые телескопы для ее изучения. Эта проблема волнует психологов и кибернетиков, математиков и лингвистов, нейрофизиологов и философов — всех, кто так или иначе занимается вопросами мыслительной деятельности.

На этом пути есть уже первые, пока еще скромные результаты. В 60-е годы американским психолингвистам удалось выявить ряд основных факторов, влияющих на восприятие внешнего мира. Это факторы ОЦЕНКИ, СИЛЫ, АКТИВНОСТИ. Их обычно обозначают тремя латинскими символами EPA (по первым буквам соответствующих английских слов). Последующие экспериментальные проверки на материале разных языков с использованием различных стимулов (картин, музыки, слов, геометрических фигур, даже мужских сорочек в различных упаковках) показали устойчивость этих факторов. Советские психологи, в том числе специалист по компьютерным играм А. Г. Шмелев, не только высказали предположение о панпланетарной, общечеловеческой основе EPA, но и о том, что эти факторы доминируют в восприятии любой высокоорганизованной материи на Земле.

Выделение факторов EPA позволяет кодировать восприятие в цифровых комбинациях, а отсюда — один шаг до компьютерного моделирования. С этой целью рассмотрим подробнее каждый из факторов.

Оценка. Все, что воспринимается нами положительно или отрицательно, дифференцируется этим фактором. Суждения типа Хорошо—Плохо, Вкусно—Невкусно, Интересно—Скучно, Добро—Зло или даже детское Ляля—Бука — по сути дела, распределение информации по оценочному фактору от полюсов, где располагаются крайне неприятные (невкусные, скучные, злые и т. п.) или, наоборот, крайне приятные (вкусные...) к центру, где степень приятности—неприятности объектов уменьшается и в самом центре равна 0. Здесь фиксируются или не фиксируются объекты, которые, как говорится, до лампочки, т. е. безразличные для воспринимающего. Если фактор представить в виде градуированной шкалы (число делений зависит от целей исследования), то мы получим инструмент, с помощью которого можно измерить степень положительной или отрицательной оценки того или иного объекта или явления. Мы, например, пользовались пятибалльными шкалами вида:

1 — очень X
2 — X
3 — никакой
4 — У
5 — очень У

, где X и У — антонимичные оценочные признаки, например Хороший—Плохой.

С помощью таких шкал можно измерять коллективное и индивидуальное восприятие любых объектов. Например, какое Чудовище? Наверное, очень плохое и безобразное (оценка 5), а Солнце, видимо, очень хорошее, доброе, ласковое (оценка 1), ну, а, скажем, Лампочка, скорее всего, до лампочки, т. е. 3. Кстати, Свет и Тьма резко противопоставлены по этому фактору: Свет—1, Тьма—5. А вот, например, Женщина воспринимается двояко: она и хорошая (2) и плохая (4) одновременно, поэтому оказывается сразу в двух местах шкалы.

Проиллюструруем восприятие этих реалий (объектов, явлений) с помощью градуированного фактора: Все светлое, хорошее, доброе располагается в левой части фактора, все мрачное, плохое, злое — в правой.

Сила. Деление объектов на Сильные—Слабые, Большие—Маленькие, Громкие—Тихие и т. п. дифференцирует их по фактору силы. Проведя градуировку фактора по пятибалльной системе, мы получим картину, аналогичную той, которая проиллюстрирована по фактору оценки. На одном полюсе соберутся Тигры, Львы, Слоны и Гаубицы (их оценка по силе равна 1), на другом — Муравьи, Зайцы (оценка 5), рядом будут Моськи (4), а в центре — авторучка или что-нибудь в этом роде.

Активность. Активные—Пассивные, Горячие—Холодные, Быстрые—Медленные реалии распределяются по данному фактору (деление шкал аналогично предыдущим). С одной стороны Лед, с другой — Пламя, на одном полюсе Молния, на другом — Штиль, Движение противопоставляется здесь Покою, а Перестройка — застойным явлениям.

Устойчивое появление именно этих факторов связывают обычно с трехмерной теорией чувств, где все чувства так или иначе определяются состояниями в их различных пропорциях и комбинациях: удовольствие — неудовольствие (прослеживается связь с фактором оценки), напряженность — расслабленность (соотносится с силой), возбуждение — покой (активность). Интересно, что объ-

екты или явления, воспринимаемые с помощью разных органов чувств (слуха, зрения, осязания и др.), могут вызывать сходные переживания, эмоции. Так, повышающийся тон в отличие от понижающегося, белый круг, противопоставленный черному (цвет, форма), сладкое в отличие от горького (вкус) и ласкающее прикосновение в отличие от раздражающего (осязание) эмоционально сходны. Это сходство позволяет объединять разноплановые реалии в один ряд. Таким образом порождается метафора. Механизм, позволяющий переносить впечатления от ощущений, полученных с помощью одних органов чувств, на другие (сравните, например, Холодный Ветер, Холодный Цвет, Холодный Звук или Сочное Яблоко, Сочные Краски, Сочный Звук), называется синестезией. Благодаря ему человек соединяет вместе то, что казалось бы, несоединимо вообще.

Отголосок рисует
Против правил и этак и так,
И, резвясь, воедино связует
Море, Афины и старый башмак.
Шквал, корзина, известка,
Страшный суд и дорожная грязь,
Ветер, зеркало, хворост, повозка
И на старых обоях полоска
В продолжении отголоска
Обретают бессвязную связь...
Как могу несовместные вещи.
Врозь простые, но странные вместе
Надевать на единую нить...

Новелла Матвеева

Отголосок, рисующий против правил и соединяющий вместе несовместимые вещи, — механизм синестезии, управляемый подсознанием. Он рисует не против правил вообще, а против правил традиционного логического понимания взаимосвязей между реалиями. Отголосок — интуитивное описание метафорического, образного мышления. Мы же с вами можем строго формально определить «бессвязные связи» и даже представить их графически. Для этого с помощью факторов EPA строится трехмерное пространство восприятия, где каждый объект получит определенные координаты по каждой из осей (факторов). Проиллюстрируем это на примере некоторых объектов с заданными (экспериментально установленными) координатами:

	Оценка	Сила	Активность
Ангел	2	3,9	3,6
Белка	1,9	3,6	2,0
Бокс	3,1	2,2	1,9
Ветер	М	2,2	1,8
Смерть	4,8	2,6	3,6
Смех	1,8	2,6	3,6

Продолжение (см. с. 21)

А. Фоменко. Искушение Святого Антония

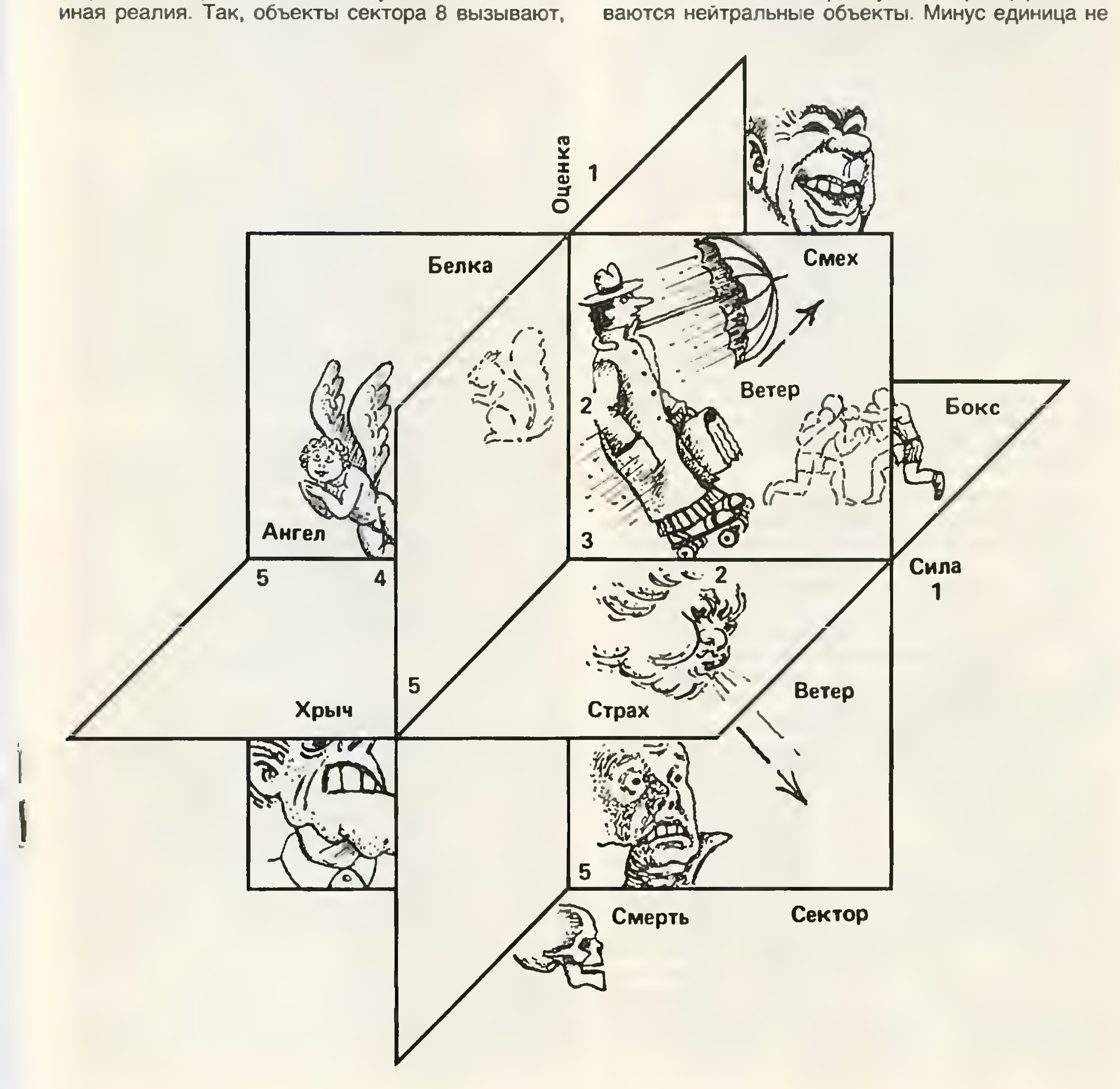
(Продолжение см. на с. 32)

Страх	4,2	2,2	3,1
Хрыч	3,9	3.8	3.5

Используя указанные выше оценки, расположим данные реалии в пространстве восприятия. Ветер по оценочному фактору обозначен символом М (многозначность) — он может быть и хорошим, и плохим. Сравните, например, «А ну-ка песню нам пропой, веселый ветер» или «Черный ветер. Белый снег. Ветер, ветер! На ногах не стоит человек...» Поэтому Ветер на рисунке и «дует» в двух противоположных направлениях: в секторе Хороший, Активный, Сильный (сектор 1) и в секторе Плохой, Активный, Сильный (сектор 5). Названия осей: ординат — сила, апликат — оценка, абсцисс — активность (на рисунке не обозначена).

Мы видим, что пространство разбито на восемь секторов, в каждом из которых объекты размещаются по сходству эмоционального восприятия. Установив, какому эмоциональному состоянию соответствует тот или иной сектор, мы можем научить компьютер предсказать, какие чувства (переживания) может вызвать у человека та или иная реалия. Так, объекты сектора 8 вызывают, как правило, подавленное настроение. В программу достаточно вложить координаты реалии и характеристику сектора, чтобы компьютер установил, в каком секторе окажется объект и какое воздействие оказывает он на воспринимающего.

В центре пространства располагается довольно плотное ядро, в котором группируются объекты эмоционально нейтральные или близкие к ним. Отграничение их от эмоционально значащих — особая проблема, поскольку и те и другие могут оказаться в одном секторе пространства. Поэтому от геометрической интерпретации мы перешли к построению иерархической классификации (так называемого дерева) с ветвлением, ведь именно такие классификации чаще всего применяются в программировании. При построении дерева нас не интересовала степень проявления признака, а лишь наличие или отсутствие его. Каждый фактор в такой классификации разбивается на три зоны: 1; 0; — 1. В первую зону попадают реалии, обладающие первым антонимичным признаком, в третью (— 1) — те, которым присущ признак, антонимичный первому; во второй (0) оказываются нейтральные объекты. Минус единица не



означает, что объект воспринимается отрицательно, это относится только к первому, оценочному фактору, а, скажем, по фактору силы (— 1) означает, что реалия воспринимается как «слабая», но вовсе не обязательно плохая.

В классификации реалии размещены не в восьми секторах, как в пространстве, а в 27 эмоциональных зонах (ветвях дерева), каждая из которых обладает специфическими характеристиками. От нейтральной (0,0,0) до крайне героической, где оказываются Герои, Борцы, Титаны и Гении (1,1,1) и антонимичной ей, крайне агрессивной (— 1,1,1) — зоны Убийц, Кошмаров и Бандитов. Такое представление эмоционального восприятия удобно для построения компьютерной модели. Практически в каждом языке программирования есть операторы типа IF THAN (если, то). С их помощью компьютер как раз и решает задачи ветвления. Если (if) какой-то результат окажется равным единице, то (than) дальше выполняют команды, определенные именно единицей, т. е. компьютер обращается к соответствующей подпрограмме (в нашем дереве компьютер будет работать только с хорошими объектами при получении 1 на первом уровне ветвления). При нулевом результате компьютер обратится к той части дерева, которая определяется нулем (у нас это нейтральные по оценке объекты). При получении минус единицы компьютер (в нашем ветвлении) займется отрицательным полюсом оценочной шкалы. Далее через тот же оператор IF компьютер может выбрать интересующие объекты по силе, затем по активности и т. д.

Каждая эмоциональная зона характеризуется набором из трех цифр, указывающих на наличие (отсутствие) данного признака у реалии. Например, (1,1,1) — объект обладает признаками Хороший, Сильный, Активный (Гений), (— 1,— 1,— 1) — Плохой, Слабый, Пассивный (Холоп, Олух, Хлюпик), (0,— 1,1) — нейтральный по оценке (никакой), слабый, активный (Муравей), (1,0,0) — хороший, никакой (сила), никакой (активность, Прелесть, Лицо), (0,0,0) — нейтральный по всем факторам (сутки, неделя) и т. д.

Итак, мы имеем возможность с помощью цифровых комбинаций кодировать эмоциональное, зачастую слабо осознаваемое восприятие действительности. Цифровое кодирование позволяет строить программы этого восприятия и его компьютерные модели. Однако прежде чем перейти к упрощенному описанию некоторых моделей, хотелось бы обратить внимание читателя на сам процесс программирования. Он обычно представляется как перевод с естественного языка на язык, понятный машине. Но сходство работы программиста и переводчика чисто внешнее. Вот что заметил по этому поводу известный американский кибернетик Никлас Вирт: «Для точного описания абстрактных структур данных и алгоритмов программы требуется такая система формальных обозначений, чтобы смысл всякого законного предложения определялся точно и однозначно. Соответствующие системы обозначений называются языками. Этот термин, однако, вводит в заблуждение, поскольку процесс программирования только на первый взгляд похож на сочинительство. Мне кажется, лучше представить программирование как деятельность по конструированию новой машины с помощью существующей универсальной машины. Конструкция описывается теми средствами, которые предоставляет принятая система обозначений (подобно тому, как при проектировании электронной схемы рисуют значки основных элементов цепей и их соединений). Если смотреть на программирование как на проектирование машины, то необходимость в точных формулировках становится еще более очевидной».

Каждая качественно новая программа порождает на базе старых элементов, по сути дела, новую машину. Это очень важное положение хотелось бы высечь на камне и установить навечно в кабинетах тех, кто занимается вопросами компьютеризации в прикладных отраслях (в том числе и в обучении). Дело в том, что неспособность решить ту или иную задачу нередко сваливается на низкое качество отечественных компьютеров (что, к сожалению, истинно). Вот-де дайте нам суперкомпьютер типа КРЭЙ, и мы сразу горы сдвинем. И очень часто тратятся огромные валютные средства на приобретение импортной техники там, где для решения проблемы хватило бы даже микро-ЭВМ типа БК-0010. А беда была не в компьютере, не в объеме памяти и оперативности, а в том, что заказчик не смог сконструировать новую машину, т. е. необходимый алгоритм и соответствующую программу, не представлял себе, как это вообще можно сделать, а попытался переложить всю эту работу на компьютер, который тем более этого не сделает (на современном уровне).

Поскольку создание программ есть, по сути, конструирование новых машин, то создание программ, отражающих эмоциональное мировосприятие, есть конструирование новой машины, которая способна улавливать нелогические связи и выстраивать нелогические цепочки отношений между объектами, подобные тем, какие улавливает и выстраивает человеческое подсознание. Причем речь идет не о качественно новой технике (в принципе в разных объемах описываемые программы можно делать на любых компьютерах), а о качественно новых программах.

Попробуем проиллюстрировать с помощью вышеприведенного дерева ЕРА восприятие некоторых объектов высокоразвитыми животными. Модель, конечно, значительно упрощена, но в принципе отражает определенные особенности обратной связи Объект—Животное. Допустим, животное голодно. Эта потребность разбивает реалии на две группы Съедобные—Несъедобные. То, что пригодно в пищу, оценивается положительно (единица по верхней ветви дерева), то, что непригодно, либо нейтрально, либо отрицательно. Однако животное всегда подстерегают различные опасности. Оно не только может съесть нечто, но и само может быть съедено. То, что угрожает его существованию, естественно, оценивается отрицательно. Наибольшую опасность при этом представляют Сильные и Активные объекты. Таким образом, при удовлетворении потребности в еде (так, как и других потребностей) животное ищет объекты с характеристикой +1 (верхняя ветвь) и избегает объекты с характеристиками (— 1,1,1) — плохие, сильные, активные. Нежелательно также столкновение с плохими и сильными объектами, хотя они нейтральны по активности или даже пассивны (— 1,1,0Λ1).

Поскольку они не активны, то опасны лишь при максимальном приближении, но на расстоянии в их присутствии можно спокойно охотиться в отличие от объектов (— 1,1,1), завидев их, следует по-

просту удирать и как можно быстрее, ведь они активны. Поэтому объекты (— 1,1,1) вызывают у животного чувство страха. Сам объект располагается в зоне крайней агрессивности, соответствующие эмоции у субъекта — страх. Если субъект и объект совпадают, то соответствующие эмоции — Злоба, Агрессивность, Ненависть. Объекты с характеристиками (— 1,1,0,— 1) настораживают животное. Убегать не обязательно, но их следует иметь в виду. Плохие, активные, но не сильные реалии (— 1,0Λ— 1,1) вызывают раздражение (например, укусы насекомых).

«Хорошие», т. е. съедобные, объекты тоже разные. Догнать и съесть активного и сильного не так-то просто. Проще с пассивными и слабыми, но такие реалии реже встречаются, так как они либо уже съедены, либо находятся под защитой сильных (например, детеныши под охраной родителей). Выбор диктует ситуация в зависимости от меню и активности и силы самого субъекта.

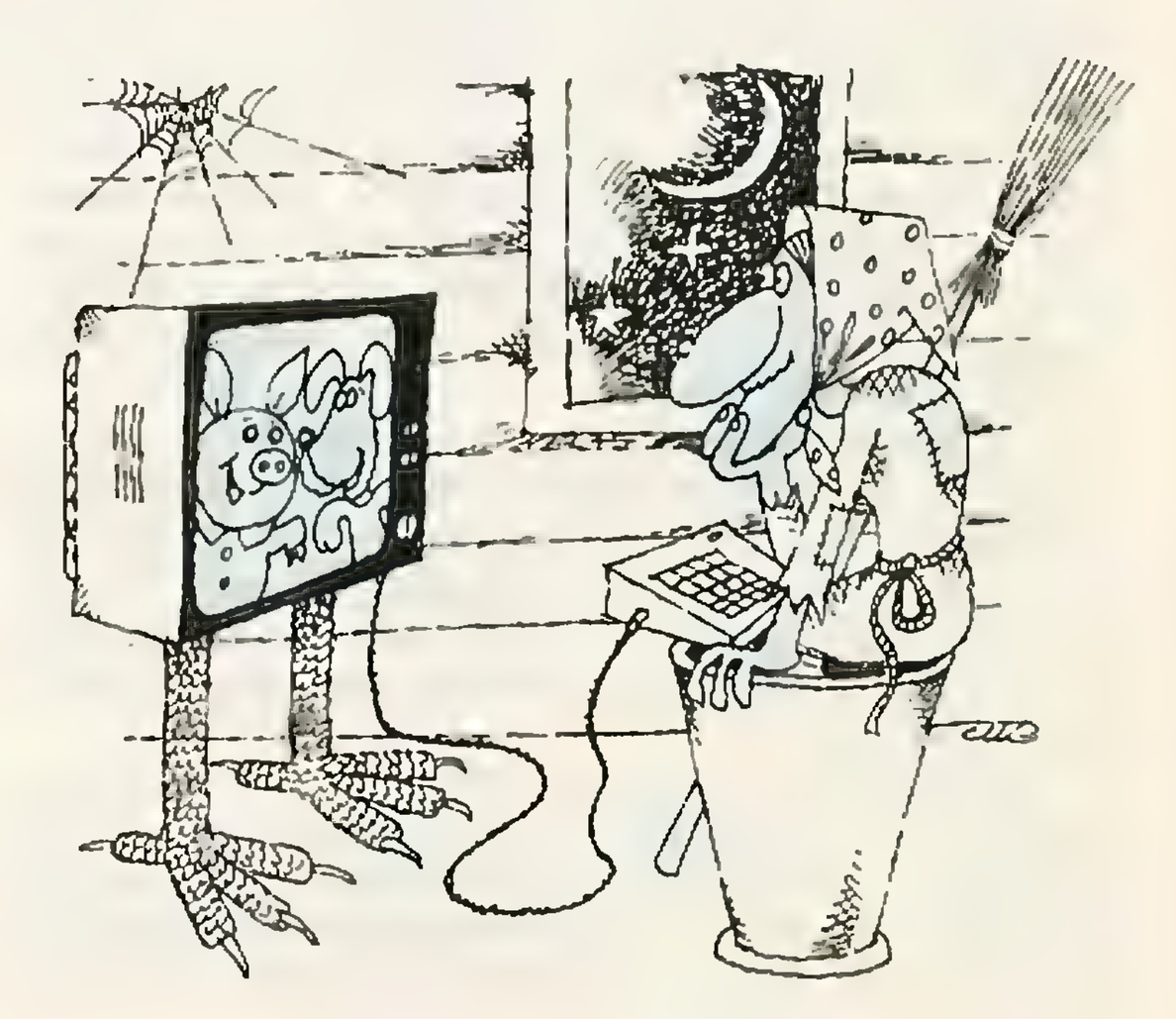
Попробуем смоделировать несколько соответствующих ситуаций. Допустим, наша модель вышла на охоту. Перед ней съедобный, несильный, малоподвижный объект (1,0Λ— 1,1), но неподалеку охотится хищник покрупнее, который с удовольствием «закусит» нашей моделью, для него она (1,0,1), т. е. вкусная, несильная, но активная. Модель (1, 0Λ— 1,1) потихоньку ползет, приготовилась к трапезе, но хищник (— 1,1,1) вызывает у нее страх, а у (— 1,1,1) наша модель (1,0,— 1) — агрессивность. Срабатывает механизм «не до жиру, быть бы живу», и голодная модель спасается бегством. Поведенческий алгоритм простой: если есть (— 1,1,1) — страх — бегство, поиск убежища, маскировка независимо от того, какие еще реалии находятся в поле зрения объекта. (— 1,1,1) — не обязательно хищник, это может быть лесной пожар, охотник и т. д. Из множества всех свойств объекта достаточно знать лишь характеристики по трем факторам, чтобы решить: бежать или не бежать.

Другое дело, если перед моделью ползает (1,0,Λ—1,—1), а неподалеку загорает (—1,1,0Λ— 1), т. е. что-то сильное, но пассивное. В этом случае возможность позавтракать зависит от расстояния до (— 1,10Λ— 1). Так, если гусеница заползла на купальник загорающей, то вряд ли птица будет ее склевывать. Но на определенном расстоянии от купальника это вполне возможно. Поведенческая модель следующая: если (1,0Λ— 1,— 1) находится от (— 1,1,0Λ— 1) не менее чем в *x* метрах (сантиметрах), то (1,1,0Λ— 1) пригодно к употреблению.

Удовлетворение потребности вызывает чувство удовольствия. Чем сильнее потребность и сложнее пути к ее удовлетворению, тем больше удовольствия при достижении результата. В нашем случае догнать и съесть (1,1,1) — высшее удовольствие. Неудовлетворение потребности вызывает досаду и раздражение, которое может перерасти в крайнюю агрессивность, т. е. не догнав, (1,1,1) модель вымещает злобу на всех (1,— 1,— 1), и даже на несъедобных (0,0,0), т. е., образно выражаясь, начнет пинать стол.

При построении соответствующих моделей следует учитывать, что, во-первых, представленное описание эмоций скорее антропоморфическое (человеческое), чем зоологическое. Во-вторых, понятие активности связано с генетическими и эмпирическими знаниями животных об объектах, т. е. объект может и не двигаться (спящий лев), но опасность все-таки есть. В-третьих. конкретные параметры Оценки, Силы и Активности зависят от вида животных. Для мыши, как известно, «страшнее кошки зверя нет». Поэтому домашняя мышь «оценит» как самое плохое, сильное и активное кошку. Видимо, ряд параметров-эталонов по основным факторам закладывается генетически (удовольствие, сила, скорость). Так, цыпленок бросается в бегство, если на него упадет тень от бумажного змея (— 1,1,1) — коршун для цыпленка. При столкновении с реалией происходит сопоставление характеристики объекта с эталоном, после чего животное определенным образом реагирует на объект. Неизвестные сильные объекты (?,1,1) вызывают либо страх, либо настороженность (?,1,0Λ— 1). Здесь животное не способно оценить объект, слабые и пассивные оно попытается определить эмпирически (погрызть, тронуть лапой), от сильных и активных спасется бегством. Таракан Корнея Чуковского или Моська в басне Крылова — пример реакции на малознакомый объект. Таракан, плохой и агрессивный, внушает страх потому, что силу его никто не измерял, а у «страха глаза велики». Моська, лающая на слона и не замечаемая им, в глазах других собак будет выглядеть сильной: ее сила неизвестна, но она нападает на большое и сильное животное, значит, сила Моськи больше, чем сила слона.

Мы пытаемся на простейших примерах показать некоторые механизмы эмоциональных реакций животных вовсе не с целью моделирования сказочных Тараканов и Мосек, а для того, чтобы перейти к моделированию эмоциональных связей человека с учетом наличия у него второй сигнальной системы (речевой). Поскольку вторая система вторична, она, естественно, формировалась на базе первой, а первая во многом определяется перечисленными факторами, правда, не только ими.



Слова — до времени — дают с собой играть...

Когда исчезнут вещи и дела,
и даже след цивилизаций, вдруг прорастут
из Времени — Слова, осмыслив жадное
пространство. Все, что копили миллионы лет,
Слова вдруг явят запах свой и цвет, и
форму, без которой слова — нет... Слова до времени —
дают с собой играть, свою скрывая власть,
но расщепленный атом содрогнется — от
зависти, — когда терпенье это оборвется...

Зоя Журавлева

Эмоционально-чувственное восприятие мира предшествует появлению речи. Однако с возникновением языка оно не исчезает и не изолируется от него, а накладывается, так или иначе отражается в языковой системе. В самом деле, если, например, объект на бессловесном уровне оценивался как Плохой, Активный, Сильный (−1, 1, 1), то наименованный объект лучше или слабее от наименования не стал, зато в значении слова одновременно закодировалось и эмоциональное восприятие объекта. Например, в слове Людоед отражаются не только внешние признаки реалии (тот, кто ест людей), но и соответствующие оценки (−1, 1, 1). В целом значение любого слова отражает сразу несколько аспектов:

1. Указано на определенный класс реалий:

Волк — хищное животное, родственное собаке.

Храм — здание для богослужения.

Сон — наступающее через определенные промежутки времени физиологическое состояние покоя и отдыха, при котором полностью или частично прекращается работа сознания.

Этот аспект отражается в словарях и называется денотативным (Д).

2. Эмоциональное восприятие реалий данного класса. Так, Волк оценивается большинством русских как Плохой, Активный, Сильный (−1, 1, 1).

Храм — хороший, сильный, Пассивный (1, 1, −1).

Сон — Хороший, Никакой, Пассивный (1, 0, −1).

Этот аспект почти не представлен в словарях, мы его ощущаем лишь интуитивно. Охарактеризуем его как Коннотативный (К).

3. Эмоциональное восприятие формы слова. Например, звукосочетание УРЩУХ — что-то Плохое, Сильное, Активное (−1, 1, 1) (для русских). На самом деле слова УРЩУХ нет, но звучание оценивается именно так. Или, скажем, Лилей — Хороший, Слабый, Никакой (1, −1, 0). Такой реалии нет, но форма вызывает определенные ассоциации. Причем у носителей разных языков они могут существенно отличаться. Это фонетический аспект значения (Ф).

4. Указание на социальные условия коммуникации с учетом ситуации общения, профессиональной и социальной принадлежности говорящих. Естественно, что в строго официальной обстановке и дома в кругу близких мы говорим на разных языках. Это стилистический аспект значения (С).

Фонетический и коннотативный аспекты самые древние. Денотативный появляется позже, когда у человека развивается способность объединять реалии в классы по их существенным признакам. Стилистический аспект самый поздний. Он возникает и развивается с усложнением социального бытия человека, разделением труда, возникновением классов и множества различных ситуаций общения.

Обратите внимание, что коннотативный аспект также классифицирует объекты, но не по их различительным признакам, а по тому, какое эмоциональное воздействие они оказывают на субъект. Эта классификация, по-видимому, сыграла в свое время огромную роль в выживании вида, когда денотативные признаки были еще не столь важны. Ведь если на зайца несется с огромной скоростью нечто большое и сильное, то определять, есть у него клыки или нет, какой они формы, синее оно или серое, вытянутая пасть или плоская, а может, оно вообще на колесах или гусеницах, а пасть отсутствует — смотреть на все это и определять самоубийственно. Главное, что оно с неизвестными намерениями — (?) по оценке — активное и сильное (?, 1, 1), а поэтому спасайся, кто может...

Коннотативный аспект значения слова можно измерить с помощью описанных ранее процедур. Длительные и многократные измерения привели нас, а параллельно и независимо психолога В. Ф. Петренко к тому, что, помимо упомянутых ЕРА факторов, с эмоциональной зоной на уровне слова связан и ряд других. Это прежде всего фактор РОДОКОМФОРТНОСТИ. По данному фактору реалии разбиваются на ЖЕНСТВЕННЫЕ, ОКРУГЛЫЕ, менее ГЛАДКИЕ и противопоставленные им МУЖЕСТВЕННЫЕ, УГЛОВАТЫЕ, ТВЕРДЫЕ, ШЕРОХОВАТЫЕ. Поэтому наша модель усложнилась, и вместо трехуровневой классификации мы получили четырехуровневую. ВОЛК в ней оценивается (−1, 1, 1 −1) — плохой, сильный, активный, мужественный. ХРАМ — 1, 1, 0, 0 (хороший, сильный, никакой, никакой). СОН — 1, 0, 0, 1 (хороший, никакой, никакой, женственный)

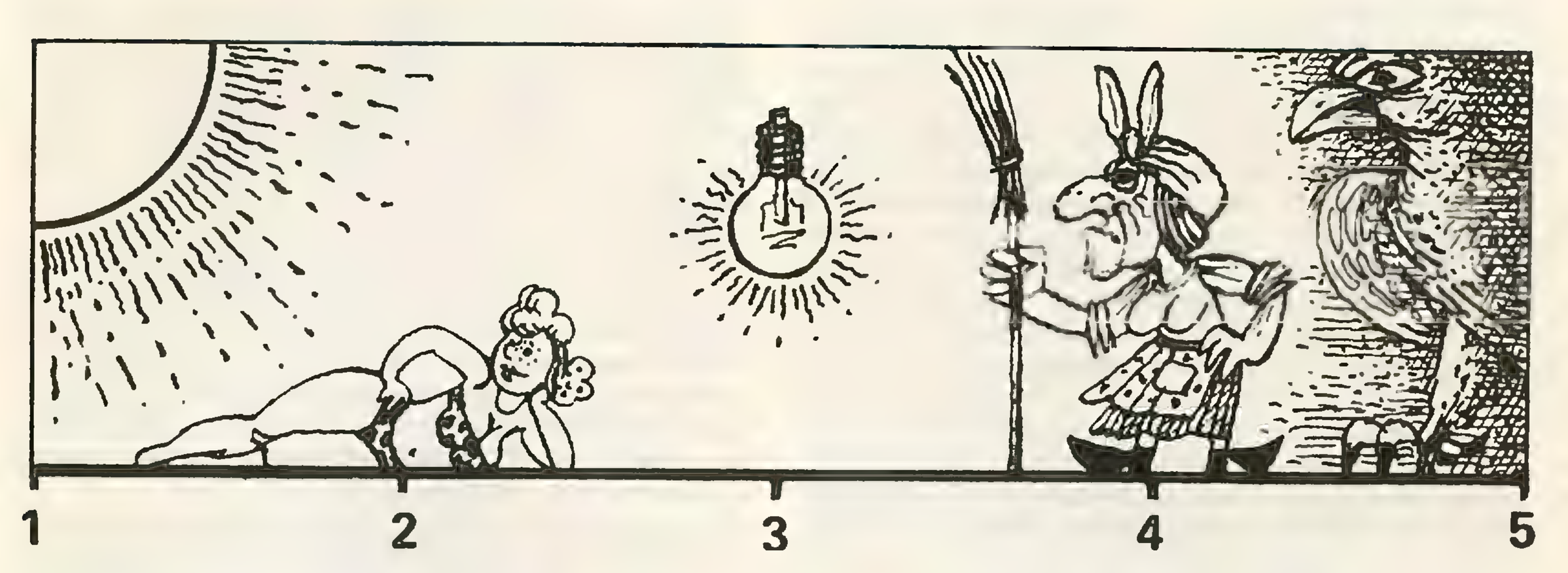
Число эмоциональных классов (выходов классификации) увеличилось в 3 раза — 81. На одном выходе классификации может оказаться множество слов, не связанных логическими или пространственными отношениями. Например, НАЖДАК и ПАПАХА (0, 0, 0, −1); МЕХ и ИВА (1, 0, 0, 1); МЕДЬ и ФЛАКОН (0, 0, 0, 0) и т. п.

Для более успешной дифференциации вводимая лексика предварительно разбивается по тематическим группам: человек, чувства, состояния, действия, одежда, растения, животные и т. п. Каждое слово, таким образом, получает добавочную комбинацию из нескольких цифр (в зависимости от дробности тематического членения). Тогда классификацию можно представить в виде хранилища, где на каждой полке располагаются слова, относящиеся к одной тематической группе и оказывающие сходное эмоциональное воздействие. По вертикали полки «скреплены» схожестью «переживаний» (алогичная связь), по горизонтали — отнесенность их к некоторому общему классу (логическая связь).

Приведем небольшой фрагмент классификации для русских существительных.

В этой классификации МАТЬ получит код 10. 1, 1, 1, 1; КАРГА — 10. — 1, 0, 0, 1; ИГРА — 11. 1, 0, 1, 1; КАСТРЮЛЯ — 87. 0, 0, 0, 1.

Первые две цифры указывают на отношение к общесемантическому классу, последующие — на характеристики по факторам восприятия. Так, МАТЬ — ЧЕЛОВЕК — Хороший, сильный, активный, женственный, а КАСТРЮЛЯ — ПОСУДА —



Никакая, никакая. никакая, женственная.

Рассмотрим типы отношений в полученной классификации. Общее число выходов равно произведению числа тематических классов на 81 (количество эмоциональных выходов). Так, при 100 классах все слова языка разобьются на 81×10^2 группу. Думается, что нет необходимости вводить в компьютер весь словарный запас по данной модели, поскольку значительное число выходов окажется пустыми, а некоторые, наоборот, — переполненными. Это видно и на представленном выше фрагменте. Вряд ли заполнится выход 87. 1, 1. 1, 1, так как Хорошую, сильную, активную и Женственную посуду трудно вообразить. В наших экспериментах, во всяком случае, она не встречалась. Или 42. 1, 1, 1, 1 — цветок с аналогичными характеристиками — тоже редкость (если таковой вообще найдется). А если ввести, к примеру, тематическую группу Радиодетали, то вряд ли Диод окажется Женственней Триода, а Конденсатор лучше Резистора. Для большинства терминов существенным является денотативное значение с указанием важнейших отличительных признаков и свойств объекта (изделия), а не коннотативный или фонетический аспект. Стилистический аспект у них тоже, как правило, одинаков (научная или техническая лексика). Поэтому они в подавляющем большинстве оказываются на эмоциональном выходе 0, 0, 0, 0. Он просто переполнен эмоционально незначительными для большинства людей словами, хотя чаще всего непрофессионалы не знают и их основного значения.

Слова, оказавшиеся на одной полке в классификации, являются эмоциональными синонимами. Ложь и Глупость, Кастрюля и Сковорода, Береза и Рябина — примеры таких синонимов.

По вертикали между словами из разных классов наблюдаются эмоционально-чувственные и метафорические связи. Метафоризируются: предметы — растения — животные — люди; состояния природы — состояния человека; действия, движения неживых объектов — животных — людей. Эмоционально-чувственной связью охватываются остальные объекты по вертикали. В нашем фрагменте метафорические связи должны наблюдаться между 10. (человек) — 42. (цветы) — 45. (животные) — 87. (посуда) и 11. (чувства, состояния, действия) — 51. (явления, состояния природы). Подберем автоматически метафоры по таблице. В первом столбце 1, 1. 1, 1 метафор нет, во втором 1, 0, 1, 1 : 10 Девушка, Невеста — метафорическая связь — 45. Лань; 11. Игра, Влюбленность — 51. Весна, Заря.

Здесь же прослеживаются и эмоциональные

Тематический код, класс	Хороший, сильный, активный, женственный, 1,1,1,1	Хороший, никакой, активный, женственный, 1,0,1,1	Хороший, никакой, никакой, женственный, 1,0,0,1	Никакой, никакой, никакой, женственный, 0,0,0,1	Плохой, никакой, никакой, женственный – 1,0,0,1
ЧЕЛОВЕК 10	Мать	Невеста Девушка	Женщина Красавица	Женщина Мама	Женщина Карга
ЧУВСТВА СОСТОЯНИЯ ДЕЙСТВИЯ 11	Любовь	Игра Влюбленность	Нежность Прелесть		Ложь Глупость Слезы
ЦВЕТЫ 42			Роза		
ЖИВОТНЫЕ 45		Лань		Кошка	Жаба Выдра
ЯВЛЕНИЯ природы СОСТОЯНИЯ 51		Весна Заря			Слякость Грязь
ПОСУДА 87			Фарфор	Кастрюля Сковорода	

связи. В столбце 1, 0, 0, 1 автоматически обнаруживаются метафорические связи: 10. Женщина, Красавица — 42. Роза — 87. Фарфор. Они эмоционально связаны с классом 11 (нежность, прелесть). Конечно, автоматические метафоры могут вызывать некоторые сомнения. Например, Красавица — Фарфор. Но ведь можно говорить, что красавица хрупка, как фарфор, или белоснежна, как фарфор, и т. д. Обратите внимание, что данные признаки в классификацию не вводились, но слова формально связались метафорически.

В столбце 0, 0, 0, 1 метафоризуются 10. Женщина, Дама — 45. Кошка — 87. Кастрюля, Сковорода. Хотя выход и нейтральный по оценке (первый 0), метафоризация оказывается отрицательной. В последнем столбце Женщина, Карга связываются с Жабой и Выдрой, а Ложь, Глупость, Слезы — с Грязью и Слякотью.

Аналогичным образом компьютер может самостоятельно подбирать метафоры к любым словам, для которых есть данные по факторному восприятию.

Итак, мы рассмотрели метафорические и синонимические отношения в классификации. Следующий тип — эмоциональная антонимия (противопоставление).

Она наблюдается на выходах, противопоставленных по одному из факторов при идентичности остальных. Прослеживается как внутри тематических групп, так и между словами, оказавшимися в метафорически связанных группах. В нашем фрагменте 1, 0, 0, 1 противопоставлен — 1, 0, 0, 1 (противоречие по «оценке» при сходстве остальных признаков). В группах противопоставлены Красавица — Карга, метафорически: Нежность — Грязь; Прелесть — Жаба, Роза — Карга и т. д. Здесь противопоставление идет по оценке. Но аналогичным образом противопоставляется Сила: 0, 1, 1, —1 (Тигр) и 0, —1, 1, —1 (Заяц); Активность: 0, —1, 1, 0 (Мальчик), —0, —1, —1, 0 (Старик); Родокомфортность: 1, 1, 1, 1 (Мать), —1, 1, 1, —1 (Отец); 0, 0, 0, 1 (Шепот), — 0, 0, 0, —1, (Молчание).

И синонимы, и метафоры, и антонимы компьютер подбирает сам так, как будто он понимает смысл слов, обладает поэтическим чутьем. Для этого задается кодовая характеристика слова по факторам и классам и правила (алгоритм) работы с ней. Каждый выход классификации связан со множеством других не только метафорически и антонимично, но через неантонимичное изменение одного из признаков, которое можно охарактеризовать как Ухудшение или Улучшение, Ослабление или Усиление, увеличение или уменьшение Активности, появление и исчезновение Женственных или Мужественных признаков. Так, выход 1, 1, 1, 1 связан с выходом 0, 1, 1, 1, а тот, в свою очередь, — с выходом 1, 1, 1, 1:

1, 1, 1, 1 $\underset{\text{улучшение}}{\overset{\text{ухудшение}}{\rightleftarrows}}$ 0, 1, 1, 1 $\underset{\text{улучшение}}{\overset{\text{ухудшение}}{\rightleftarrows}}$ –1, 1, 1, 1;

с выходом 1, 0, 1, 1 и через него с выходом 1, –1, 1, 1:

1, 1, 1, 1, $\underset{\text{усиление}}{\overset{\text{ослабление}}{\rightleftarrows}}$ 1, 0, 1, 1 $\underset{\text{усиление}}{\overset{\text{ослабление}}{\rightleftarrows}}$ 1, —1, 1, 1;

с выходом 1, 1, 0, 1 и далее с 1, 1 — –1, 1:

1, 1, 1, 1 $\underset{\text{активнее}}{\overset{\text{пассивнее}}{\rightleftarrows}}$ 1, 1, 0, 1 $\underset{\text{активнее}}{\overset{\text{пассивнее}}{\rightleftarrows}}$ 1, 1, –1, 1.

Аналогичные связи и по четвертому фактору. Выход 0, 0, 0, 0 связывается с выходами 1, 0, 0, 0; –1, 0, 0, 0; 0, 1, 0, 0; 0, 0, 1, 0; 0, 0, –1, 0; 0, 0, 0, 1; 0, 0, 0,—1. Каждый из них, в свою очередь, соотносится с другими выходами классификации. Так что, автоматически проделав определенный путь, скажем, в сторону усиления, в классификации можно получить «из мухи слона». Например: 1, –1, 1, 1 (девочка) усиление 1, 0, 1, 1 (девушка, невеста) усиление 1, 1, 1, 1 (мать).

Очевидно, что перед нами не просто формальная классификация, а система эмоционально-чувственных связей, основанная на коннотативной синонимии, антонимии, метафоре и закономерных изменениях основных факторов, формирующих эмоциональное видение мира. Каждый выход связан в ней непосредственно с 4+K+(N –1) выходами, где K — число нулей в эмоциональном коде, N — число тематических групп.

Помимо этого, в реальной ситуации (языковой или жизненной) любой выход можно «столкнуть» с любым другим. Результаты столкновения вполне предсказуемы. Так, если сталкиваются Плохие, Сильные, Активные (–1, 1, 1,?) — три выхода (поскольку четвертый фактор здесь не существен) — с Хорошими и Слабыми (1, –1, ?, ?) — девять выходов (два последних фактора не существенны), то ситуация трагическая (120 вариантов столкновений выходов независимо от их наполнения). Это и ребенок в руках злодея, и принцесса в лапах дракона, дети и война и т. п.

Если же Сильный пассивнее Слабого, то ситуация комическая: (?, 1, –1,?) → (?, –1, 1,?). Здесь 304 варианта соотношений между выходами; смешного, оказывается, заложено в нас больше, чем трагичного. Это и Моська, лающая на слона, и Чарли Чаплин, побивающий своих крупных, но неуклюжих противников, и блоха, доводящая до слез великана, и знаменитый кот Леопольд.

Еще большее число драматических ситуаций, когда сталкиваются противоположные по оценке, но равные по силе и активности выходы.

Всего же в классификации прослеживается почти 6,5 тыс. столкновений, каждое из которых характеризуется определенным эмоциональным содержанием. Здесь можно найти и мелодраму, и трагикомедию — практически все, что так или иначе зафиксировано в литературе и искусстве. Удивительно, что четыре нуля или плюс — минус единицы могут отразить такое множество эмоциональных состояний. Ведь фактически здесь присутствуют лишь эмоционально безликие Да и Нет. Вообще первым кибернетиком можно было бы считать Иисуса Христа, поскольку во всех евангелиях зафиксировано его высказывание: «Но да будет слово ваше «да, да», «нет, нет», а что сверх этого, то от лукавого». Конечно, это шутка, поскольку, видимо, все, что при достаточно глубоком знании можно выразить через 0 и 1 (нет и да), становится как бы от бога, а все, что нельзя, — «от лукавого». Тогда информация — это бог, а энтропия — дьявол. Софистика? Но Гармония и Хаос, Знание и Невежество, и в современной терминологии Информация и Энтропия всегда притягивали пытливые умы человечества. «А для низкой жизни были числа, как домашний подъяремный скот, потому что все оттенки смысла умное число передает» (Николай Гумилев).

Посмотрим еще раз внимательно на наши факторы. 1. Оценка. Этот фактор постоянно меняется во времени и в пространстве. В значительной мере он зависит от политической системы, пропаганды, социальных условий, уровня развития об-

щества, культурных традиций. То, что в одной политической системе считается хорошим, в другой меняет знак на противоположный. Даже в рамках одной системы, в одном регионе нередко происходит переоценка ценностей. Сущность таких изменений не только в переоценке отдельного слова, явления, события, а в соответствующих изменениях всех связей данного понятия в эмоциональной системе. Возьмем, к примеру, такое явление, как Сталин. В 40-е и 50-е годы он оценивался большинством жителей нашей страны как Хороший, Сильный, Активный, Мужественный. Соответствующие связи можно восстановить через нашу систему с помощью компьютеров. Условно обозначим понятие «Сталин — 45» (45-й год).

1,1,1,1

Человек	Сталин—45 Вождь Гений Герой
Родство	Отец
Действия	Подвиг
Качества	Самоотверженность Мужество Разум
Животные	Лев Орел
Природные явления Состояния	Свет Солнце

В настоящее время оценка Сталина изменилась на противоположную, хотя волевые качества, целеустремленность (Сила, Активность, Мужество) никто не оспаривает. Поэтому Сталин—88 получает код (–1, 1, 1, 1). А что там?

–1,1 1,1

Человек	Сталин — 88 Убийца Главарь Бандит
Родство	—
Действия	Террор Убийство
Качества Эмоции	Жестокость Садизм
Животные	Коршун
Природные явления Состояния	Смерч

Какую процедуру мы проделали? Поменяли лишь знак по первому фактору, но как резко изменилась картина метафорических связей. А антонимичные? Ведь Сталин — 88 антоним к Сталину—45. И компьютер точно укажет, что он враг Свету, Солнцу, Разуму, Гению и Мужеству. Если же описать вновь возникшие связи в классификации, то рядом со Сталиным окажутся Трусость, Предательство, Ложь, Измена (ослабление и уменьшение активности) и весь комплекс отрицательных явлений, о которых так много пишет сейчас пресса. Компьютер газет не читает и не ведает, что творит. Для него главное, что нечто относится к группе Человек и имеет характеристики –1, 1, 1, 1. А уж Сталин это, или Гитлер, или неизвестный никому Иван Иванович — результат будет одинаков. При этом машина вскрывает такие связи подбирает такие метафоры и характеристики, что выглядит разумной, а это, на наш взгляд, и является лучшим показателем работоспособности классификации.

Факторы Силы и Активности более устойчивы, чем оценка. Конечно, представления о силе или скорости меняются с развитием общества, технологии. Так, современный человек не оценивает Аэроплан как нечто очень быстрое и активное, хотя в начале нынешнего века рекорд скорости принадлежал «Аэроплану». Сегодня же он воспринимается как медленный, метафорически связан с «черепахой», ведь в сравнении с современным истребителем он и есть черепаха. Но в целом Сила и Активность не так изменчивы, как Оценка. Во-первых, они в меньшей степени связаны с пропагандистским воздействием. Во-вторых, они более объективны: существуют какие-то общевидовые и гносеологические критерии этих категорий. Вместе с тем и здесь нередко обнаруживаются чисто национальные особенности восприятия. Например, Лев для кубинцев слабое, трусливое животное (как Шакал у русских –1, –1, 0, 0), а Карп у японцев символ мужества, доблести (Лев у русских 1, 1, 1, — 1).

Фактор родокомфортности практически не осознается носителями языка, не связан с пропагандой и оценкой, а определяется устройством языка, традициями, мифологией и формирует чисто национальную картину мира вне политической системы. В первую очередь он зависит от того, есть ли в языке грамматическая категория рода и как распределяются по ней слова. Так, в русском языке три рода (мужской, средний, женский), в литовском два (мужской, женский), а, например, в английском или грузинском род грамматически в отдельном слове не оформлен. Конечно, каждый язык имеет свои средства для выражения соответствующих значений. Однако совпадает ли эмоциональное восприятие? Вот, к примеру, Береза (женский род в русском языке) — символ Родины, чистоты, любви, девушки, невесты и т. п. Через оценки компьютер сразу все это обнаруживает (1, 0, 0, 1). В литовском языке Береза мужского рода. Это «мужественное» дерево с несгибаемой волей, не склонившееся перед врагами. Его оценки 1, 1, 1, — 1. Компьютер сразу определяет, что русская береза и литовская, обладая одинаковым денотативным значением (указанием на соответствующее дерево), — все же разные деревья. Не случайно, видимо, затруднен перевод произведений Сергея Есенина на литовский язык, а в переводах березку заменяют обычно на сосенку. Автор неоднократно проводил эксперименты и с американскими студентами. Для них Береза (Birch tree) — 0, 0, 0, 0, т. е. обыкновенное бревно, и больше ничего (хотя даже бревно у русских 0, 0, –1, 0 — пассивное). Разницу сами носители языков не ощущают; нам трудно вообразить, что кто-то видит иву, березу, рябину мужественными (литовцы), весну — парнем, луну — же-

нихом, берущим в жены солнце (литовский фольклор). А например, в арабских странах символом женственности является не Роза, не Береза или Кошечка, а Верблюд. Его оценки (1, 0, 0, 1).

Итак, с помощью четырех факторов на компьютере можно описывать национальные, региональные картины мира в разные эпохи и в разных политических системах.

Сама форма классификации и алгоритм работы с ней универсальны. Есть также общечеловеческие слова-эталоны, своеобразные эмоциональные точки отсчета в любом регионе земли. Свет, Мама, Любовь, Солнце — примеры положительных эталонов, Тьма, Холод, Зло — отрицательных. Такие эталоны обеспечивают преемственность поколений, взаимопонимание разных народов.

Поэтому первое применение описываемой системы эмоциональных связей — область автоматизации перевода и редактирования художественных текстов, автоматические справочники переводчиков, страноведческие консультации для специалистов, собирающихся выезжать в ту или иную страну, изучающих язык, культуру определенного региона, а также для рекламы и маркетинга.

Второе применение связано с проблемой преемственности поколений, нравственного и эстетического воспитания молодежи. Ведь достаточно провести несколько экспериментов, чтобы компьютер определил точки расхождения во взглядах поколений, причем не по отдельным понятиям, а по целым группам, комплексам.

Ну и кроме того, появляется возможность создания эмоциональных банков поколений. Пока что этим занимается мемуарная литература, но со временем даже у отдельного человека меняются многие оценки, поэтому ретроспективное восстановление частично искажает картину.

Появляется также возможность построения индивидуальных моделей восприятия и речевого поведения. Несколько имитационных программ уже разработано («Том Сойер», «Остап Бендер»). Принципы их работы — выбор речевых клише по тематическому классу и эмоциональному коду. Индивидуальные модели, возможно, помогут в разработке эвристических программ. Безусловно, восприятие талантливого конструктора или ученого индивидуально, ведь для них целый ряд терминов эмоционально значим, хотя они безразличны для большинства людей. А если так, то образуется цепочка алогичных метафор с последующим возвращением в научный словарь. Схема такова: термин → метафора (бытовое понятие, явление) → связь через коды с комплексом бытовых понятий, явлений → выход в новые эмоциональные зоны (через описанные выше синонимию, антонимию, метафору, неантонимичные изменения одного из признаков) → возврат в терминосистему, но уже иную область (зону). Здесь представлен не традиционный поиск решения:

термин → термин, а эвристический:

термин → метафора → объекты, явления обыденного мира → метафора → термин.

Конечно, оригинальные идеи рождаются редко, и ожидать от компьютера ежедневных «озарений» вряд ли стоит. Однако в роли консультанта он может выступать, предложив разработчику поискать в таком-то направлении, тем более что компьютер при построении индивидуальной модели может подумать так, как подумал бы конкретный ученый, и продемонстрировать конкретную эвристику конкретного человека. Все это выглядит несколько фантастичным, но эксперименты с людьми, пишущими стихи, показали, что при построении их индивидуальных моделей компьютер нередко порождает те метафоры, что и авторы, хотя, кроме характеристик отдельных слов по факторам восприятия и соответствующей программы, в него ничего не заложено.

Кроме того, на базе описываемой классификации нами разрабатывается Универсальная семантическая программа (с учетом всех четырех аспектов значения, а не только коннотативного), где компьютер уже сейчас обнаруживает удивительное понимание естественной речи. Все это позволяет надеяться, что возможности современной техники гораздо большие, чем представлялось ранее.

Окончание (см. с. 21)

нен. Поэтому повышенную роль начинает играть способность самих людей управлять ходом научно-технического прогресса.

И здесь определенную позитивную роль могут сыграть компьютеры, обладающие высоким быстродействием и элементами человеческого разума и способные помочь людям разобраться в огромных потоках информации и разрешить некоторые противоречия НТП.

В одной из статей известного ученого К. Шеннона понятие «информация» было определено как способность к правильному выбору между альтернативными возможностями. В некотором смысле здесь можно даже говорить о приоритете теории над практикой: семь раз отмерь — один отрежь.

Особая роль управления проистекающими процессами в общем-то никогда не вызывала сомнений. Еще видный дипломат Ш. М. Талейран утверждал, что искусство управления состоит в том, чтобы предвидеть неизбежное и ослаблять эффект случившегося. Однако сегодня наука занята в основном другими делами, и в некоторых ситуациях это вызывает сожаление.

Высказанные мысли многим покажутся банальными или гиперболизированными. Тем не менее ситуация продолжает усугубляться. И наверное, наступило время каждому конкретному ученому задуматься и переключиться с разрушения на созидание.

Остается надеяться, что развитие вычислительной техники, разрушительные аспекты в котором сегодня проявляются слабее, чем в других направлениях НТП, поможет человечеству в решении накопившихся глобальных проблем.

Ю. В. КОЛОСОВ

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ

После решения задач измерения и контроля параметров, являющихся, как уже отмечалось выше, наиболее массовыми при постановке физико-химических экспериментов, возникают задачи управления экспериментальными установками, технологиями, производственным оборудованием, бытовыми процессами и т. д. При решении этих задач в полном объеме используются описанные ранее методы и аппаратура. Измерительные средства (датчики) выполняют роль обратной связи при управлении. Таким образом реализуются замкнутые схемы управления, обеспечивающие качественное управление процессами. Само собой разумеется, задачи управления должны выполняться в автоматическом режиме, т. е. в режиме непрерывного перезапуска калькулятора.

Поддержание заданной температуры. Эта задача относится, пожалуй, к наиболее распространенной при постановке физико-химических экспериментов и процессоров, при эксплуатации оборудования.

Программное обеспечение этой задачи отличается от задачи контроля одного параметра кодом эксперимента — 1101 0001. Четвертая единица кода обеспечивает формирование сигнала управляющего воздействия при отклонении температуры в объекте от заданного значения. Заданное значение вводится в виде допускового кода в кольцевой стековый регистр калькулятора. Допусковое значение задается тремя последними цифрами восьмиразрядного кода. Первая из этих трех цифр соответствует целой части измеряемого параметра, представляемого в единицах нормированного сигнала (0—10 В). Например, для задания допускового значения 4,51 В набирается код — 1000 0451, который и вводится в стековый кольцевой регистр калькулятора Р○.

Произведя очистку основного (индикаторного) регистра, нажав клавишу **Сх** и подготовив начальный (нулевой) адрес программы клавишей **В/О**, запускаем процесс, нажав клавишу **ПУСК.** При этом на табло высвечивается регулируемая величина в единицах нормированного сигнала. При необходимости отображения регулируемого параметра в реальных единицах измерения исходная программа должна быть дополнена соответствующим алгоритмом пересчета в размерные единицы и коэффициентом масштабирования.

Программируемый таймер (реле времени). Эта задача, как и предыдущая, также относится к одной из распространенных, встречающихся в исследовательской производственной и бытовой практике.

Ввиду отсутствия таймера времени в микрокалькуляторе МК-64 в качестве такового можно использовать время выполнения определенного цикла программы. Для отладки этого времени можно набрать следующую программу:

Адрес	Команда	Код команды	Содержание команды
01	F3	32	Введение максимального допуска на включение сигнализации
02	[P] [⇆]	43	
03	F8	82	Число-иммитатор рабочего таймера времени
04	В↑	06	
05	1	14	Подсчет текущего времени таймера
10	—	86	
11	[P] [x < 0]	69	
12	[F] [В↑]	05	
13	В↑	06	Вывод на исполнительное устройство
14	ВП	66	
15	1	14	
20	0	04	
21	↔	16	
22	С/П	78	
23	F4	42	Введение минимального допуска на выключение сигнализации
24	[P] [⇆]	43	
25	F7	72	Число-иммитатор времени сигнализации
30	В↑	06	
31	1	14	Подсчет времени сигнализации
32	—	86	
33	[P] [x < 0]	69	
34	P3	31	
35	В↑	06	Вывод на исполнительное устройство
40	ВП	66	
41	1	14	
42	0	04	
43	↔	16	
44	С/П	78	
45	БП	58	Возврат в начало программы
50	Р0	01	

Задавая определенные числа в регистре 8, обеспечиваем имитацию необходимой выдержки времени. Например, число 20 в регистре 8 обеспечивает время 16 с, число 30 — 24 с, число 40 — 30 с, число 1000 — 640 с и т. д. Соответственно числа в регистре 7 обеспечивают имитацию желаемого времени сигнализации.

Вводим служебные коды: код эксперимента 11010001 в регистр 2, допуски: максимальный 10000999 — в регистр 3 и минимальный 1000 000 — в регистр 4, исследуемые числа, обеспечивающие имитацию времени, — в регистры 8 и 7.

Обнулив счетчик клавишей **В/О,** запускаем процесс клавишей **ПУСК.** При этом с помощью секундомера фиксируется время рабочего интервала и время сигнализации. При необходимости изменения этих интервалов времени в регистры вводятся другие числа — имитаторы.

МК-64 управляет температурным режимом. В технологической практике часто возникает задача воспроизведения программно-изменяющегося температурного режима, например, при крашении изделий, при фотообработке пленки, при климатических испытаниях и т. д.

Эти процессы часто нуждаются в программном изменении температурного режима во времени. Последний включает как участки, характеризу-

емые различной скоростью нагрева и охлаждения, так и участки стабилизации постоянной температуры. Программные возможности калькуляторов типа МК-64 могут быть с успехом использованы для реализации подобных режимов. Но необходимо учитывать следующую особенность их работы. Управляющие сигналы калькулятора формируются в режиме так называемого допускового контроля. При этом обеспечивается формирование сигнала при отклонении измеряемого параметра от заданного значения, которое хранится в кольцевом регистре. При программировании режима на каждом следующем цикле вырабатывается очередное допусковое значение, которое засылается в кольцевой регистр. Таким образом, при каждом цикле измеренное значение сравнивается с новым допусковым значением и в зависимости от результата сравнения формируется управляющий сигнал.

Ниже приведена программа для реализации температурного режима, график которого изображен на рис. 1:

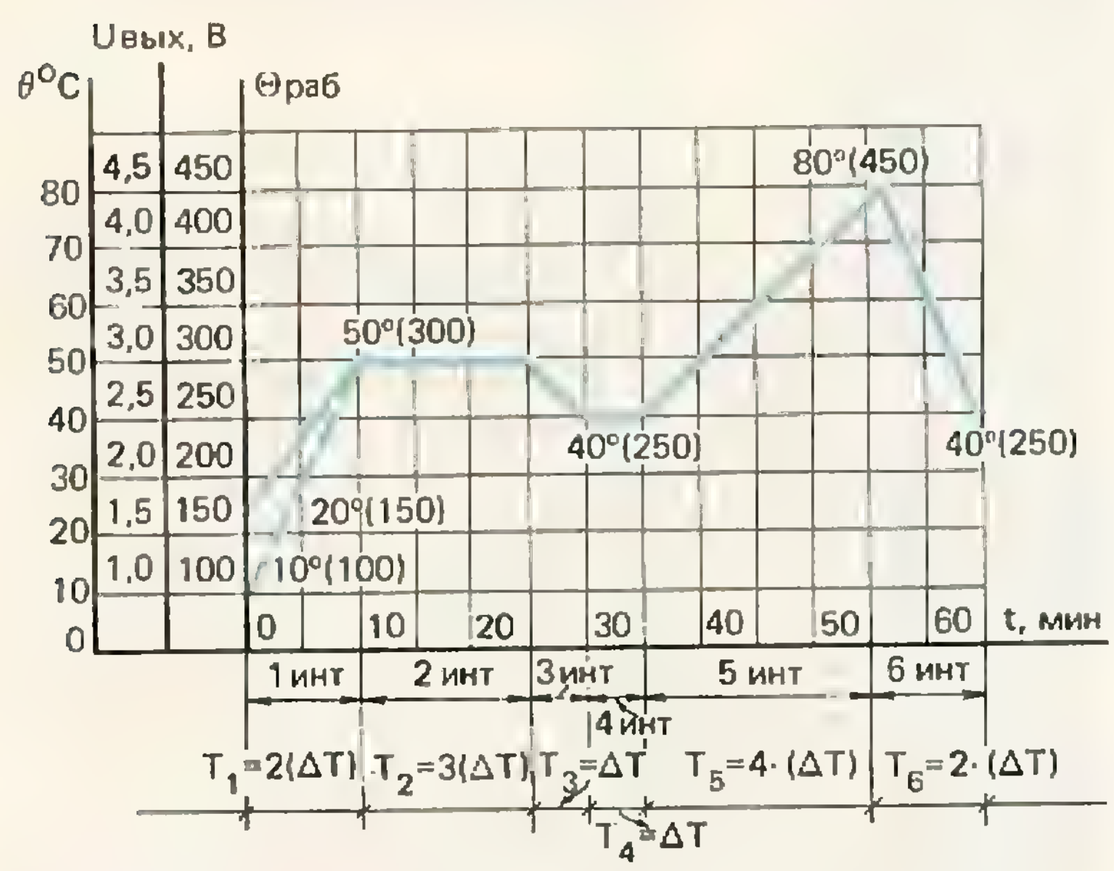


Рис. 1. Программный температурный режим

Адрес	Команда	Код команды	Содержание команды
01	2	24	Множитель параметра θ 1-го уч. $K_{\theta 1}$
02	P5	51	в регистр 5
03	2	24	Множитель интервала T 1-го уч. K_{T1}
04	B↑	06	
05	ПП	68	
10	6	64	
11	0	04	Множитель параметра θ 2-го уч. $K_{\theta 2}$
12	P5	51	в регистр 5
13	3	34	Множитель интервала T 2-го уч. K_{T2}
14	B↑	06	
15	ПП	68	
20	6	64	
21	1	14	Множитель параметра θ 3-го уч. $K_{\theta 3}$
22	/–/	56	
23	P5	51	в регистр 5
24	1	14	Множитель интервала T 3-го уч. K_{T3}
25	B↑	06	
30	ПП	68	
31	6	64	
32	0	04	Множитель параметра θ 4-го уч. $K_{\theta 4}$
33	P	51	в регистр 5
34	1	14	Множитель интервала T 4-го уч. K_{T4}
35	B↑	06	
40	ПП	68	
41	6	64	
42	1	14	Множитель параметра θ 5-го уч. $K_{\theta 5}$
43	P5	51	в регистр 5
44	4	44	Множитель интервала T 5-го уч. K_{T5}
45	B↑	06	
50	ПП	68	
51	6	64	
52	2	24	Множитель параметра θ 6-го уч. $K_{\theta 6}$
53	/–/	56	
54	P5	51	в регистр 5
55	2	24	Множитель интервала T 6-го уч. K_{T6}
60	B↑	06	
61	ПП	68	
62	6	64	
63	С/П	78	Останов
ПП (подпрограмма)			
64	F6	62	Номинальный интервал Δ T(n)
65	x	26	Текущий интервал $T(n_i)$
70	P7	71	в регистр 7
71	F5	52	Множитель параметра K_θ
72	B↑	06	
73	F4	42	Номинальное приращение параметра Δθ
74	x	26	Рабочее приращение $\Delta\theta_p$
75	P5	51	в регистр 5
80	F5	52	Рабочее приращение параметра $\Delta\theta_p$
81	B↑	06	
82	F3	32	Текущее значение θi
83	+	96	Новое текущее значение $\theta_i + 1$
84	P3	31	в регистр 3
85	B↑	06	
90	[P] [⇄]	43	Введение очередного допуска
91	ВП	66	
92	1	14	
93	0	04	Вывод на исполнительное устройство
94	↔	16	
95	С/П	78	
100	F7	72	
101	1	14	Организация обратного счетчика $(9 - 1xn_i)$
102	–	86	
103	P7	71	
104	[P] [x = 0]	59	
105	Cx	76 (80)	
106	B/0	48	Возврат из подпрограммы

Рассмотрим методику программирования.

1. Предварительно должна быть получена характеристика нормирующего усилителя, показывающая зависимость напряжения выходного сигнала усилителя от температуры. Обычно она

представляет собой прямую, соединяющую крайние точки максимального и минимального напряжения нормирующего усилителя, отнесенные к максимальному и минимальному значению измеряемого параметра — температуры (см., например, на рис. 2).

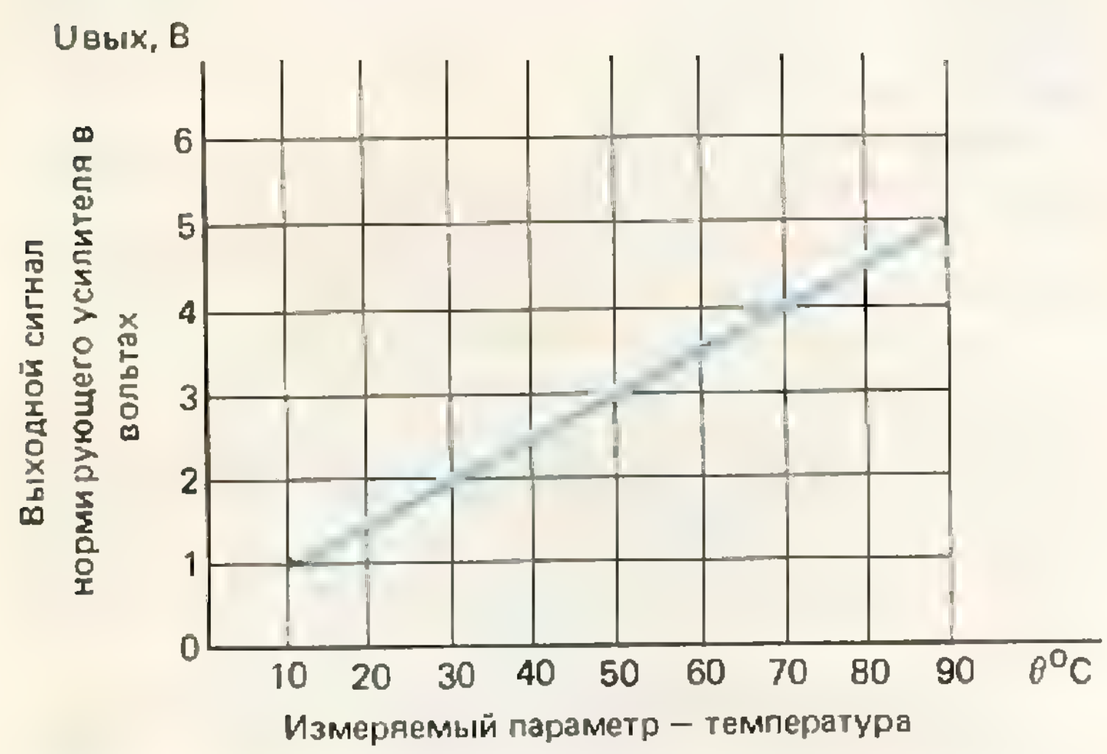


Рис. 2. Характеристика нормирующего усилителя

2. Перетарировка исходного температурного режима. Учитывая характеристику нормирующего усилителя, приведенного на рис. 2, переводим параметр температуры в параметр выходного сигнала нормирующего усилителя. Для этого необходимо на температурной шкале исходной характеристики 0°С нанести шкалу выходного сигнала нормирующего усилителя в вольтах ($u_{вых}$, В). Затем еще раз перетарируем шкалу, умножив ее на коэффициент 100, что связано с особенностью допускового контроля калькулятора МК-64. И наконец, единицы последней (назовем ее рабочей) тарировки $О_{раб}$ переносим на исходный температурный график (см. на графике в скобках).

3. Выбор номинального интервала ΔT и множителя интервалов K_T. Проверка величин рабочих интервалов по участкам.

Принимаем номинальный интервал времени ΔT, кратно (и по возможности не более 9 раз) укладывающийся в любой из программируемых интервалов температурного режима.

Примечание. Ограничение цифрой 9 определяется возможностью использования для множителей интервала времени только одной ячейки программы, как сделано в приведенной программе. При необходимости обеспечения большего числа кратности (до 99) потребуется использовать уже по две ячейки памяти.

Как видно из графика программируемого режима (рис. 1), за номинальный интервал может быть принято T=5 мин (300 с), укладывающийся два, три, один, один, четыре и два раза соответственно в каждой очередной из шести программируемых интервалов. Вычисление же величины каждого конкретного интервала в очередном цикле подпрограммы обеспечивается за счет умножения номинального интервала (см. команды 64, 65) на множитель соответствующего интервала K_T, вводимый в основной программе (см. команды 03, 13, 24, 34, 44, 55). В нашем случае эти команды и составляют числа-множители: 2, 3, 1, 1, 4, 2. Итак, умножая последние на величину номинального интервала, проверяем величины соответствующих рабочих интервалов программы по участкам:

1-й участок — T_1=2×5=10 мин (600 с);
2-й участок — T_2=3×5=15 мин (900 с);
3-й участок — T_3=1×5=5 мин (300 с);
4-й участок — T_4=1×5=5 мин (300 с);
5-й участок — T_5=4×5=20 мин (1200 с);
6-й участок — T_6=2×5=10 мин (600 с).

4. Пересчет номинального интервала ΔT в номинальное число циклов n. Ввиду отсутствия таймера времени в МК-64 в качестве последнего будем использовать время выполнения определенного цикла программы. В приведенной программе внутренний цикл подпрограммы от команды 80 до команды 104 занимает время порядка 6 с.

Разделив величину номинального интервала на время выполнения внутреннего цикла подпрограммы, получаем количество циклов, выполняемых ею при отработке номинального интервала.

В нашем случае получается $n=\frac{\Delta T}{6}=\frac{300}{6}=50$ циклов.

5. Расчет циклов по участкам программы. Разделив величину интервала каждого очередного участка программируемого режима на время выполнения внутреннего цикла подпрограммы, равного, как было отмечено выше, 6 с, получаем количество циклов, выполняемых подпрограммой при реализации очередного участка. В нашем случае получается по участкам:

1-й участок — N_1=600/6 =100 циклов;
2-й участок — N_2=900/6 =150 циклов;
3-й участок — N_3=300/6 =50 циклов;
4-й участок — N_4=300/6 =50 циклов;
5-й участок — N_5=120/6 =200 циклов;
6-й участок — N_6=600/6 =100 циклов.

6. Расчет рабочего приращения параметра $\Delta\theta_p$, выбор номинального приращения параметра $\Delta\theta$ и множителей параметров K_θ. Разделив приращение параметра очередного участка на количество циклов, выполняемых при реализации этого участка, получаем величину рабочего приращения параметра на каждый один цикл данного участка. В нашем случае по участкам получается:

1-й участок $\Delta\theta_{p1}$=(300—150)/100=1,5;
2-й участок $\Delta\theta_{p2}$=(300—300)/150=0 — нулевое приращение;
3-й участок $\Delta\theta_{p3}$=(250—300)/50=−1 — отрицательное приращение;
4-й участок $\Delta\theta_{p4}$=(250—250)/50=0;
5-й участок $\Delta\theta_{p5}$=(450—250)/200=1;
6-й участок $\Delta\theta_{p6}$=(250—450)/100=−2.

Как и для случая с вычислением интервала времени, вычисление величины каждого конкретного рабочего приращения параметра в очередном цикле подпрограммы обеспечивается за счет умножения номинального приращения параметра (см. команды 71, 72, 73, 74) на множитель параметра K_θ, вводимый в основной программе (см. команды 01, 11, 21—22, 32, 42, 52—53).

Так же как и при случае выбора номинального интервала, целесообразно принимать величину номинального приращения $\Delta\theta$, кратно (по возможности не более 9 раз) укладывающуюся в любое из рабочих приращений. В этом случае для введения множителей параметров достаточно использовать только по одной ячейке памяти для каждого участка. Как видно из полученного выше перечня рабочих приращений по отдельным участ-

кам программы, за номинальное приращение в нашем случае может быть принят $\Delta\theta=1$. Тогда множители параметров по участкам будут: 1,5; 0; −1; 0; 1; −2.

Введение целых положительных, в том числе и нулевых, множителей потребовало только по одной ячейке памяти (см. команды 11, 32, 42), введение целых отрицательных множителей — по две ячейки (см. команды 21—22, 52—53), введение дробного множителя 1,5 на первом участке потребовало бы по крайней мере трех ячеек. Для экономии ячеек памяти целесообразно (если это допускается по технологии) скорректировать программу.

В нашем случае можно, например, начать ее со 100 единиц вместо 150 (см. штриховая линия на графике температурного режима — рис. 1). В этом случае величина рабочего приращения 1-го участка становится целым числом $\Delta\theta_{p1}=(300-100)/100=2$. Этот множитель и введен в программу (см. команду 01).

Примечание. При расчете рабочего приращения $\Delta\theta_p$ следует учитывать, что практически реализуется только целая часть приращения. Например, при вычислении величины приращений 2,1... 2,3... 2,95 выполняется приращение, равное 2, и только при вычислении величины приращения, большего 3, например 3,05, выполняется приращение, равное 3. Лучше всего использовать приращения, равные целым числам.

Распишем порядок проведения эксперимента.

1. Начертить исходный график температурного режима. Произвести его перетарировку.
2. Произвести выбор номинального интервала и соответствующих множителей интервала по всем участкам программы. Выполнить проверку интервалов по участкам.
3. Произвести расчет циклов программы.
4. Произвести расчет рабочих и номинального приращения параметров и соответствующих множителей параметра по всем участкам программы.
5. Составить сводную таблицу параметров исходных данных для составления программы.

В нашем случае:

Участок	Номинальный интервал, T	Множитель интервалов, $K_т$	Рабочий интервал, T	Номинальное число циклов	Рабочее число циклов	Рабочее приращение параметра	Номинальное приращение параметра	Множитель параметров, K
1		2	600		100	2		2
2		3	900		150	0		0
3		1	300	50	50	−1	1	−1
4	300	1	300		50	0		0
5		4	1200		200	1		1
6		2	600		100	−2		−2

6. Составить основную программу и подпрограмму с учетом параметров исходных данных.
7. Собрать систему объект — управляющий калькулятор МК-64 с согласующими устройствами. Подключить контрольно-измерительный (лучше самопишущий) прибор.
8. Включить питание калькулятора МК-64.
9. Нажать клавиши **Р АВТ , В/О .**
10. Перейти в режим программирования, нажав клавиши **Р ПРГ ,** при этом зажигается адрес нулевой ячейки программы 00.
11. Набрать программу.
12. Произвести контроль набранной программы.
13. Перейти в режим автоматической работы, для чего нажать клавиши **Р АВТ**.
14. Ввести исходные данные и служебные коды в регистры памяти калькулятора:

а) начальное значение параметра в виде 10000XXX, где последние три цифры — начальное значение программного режима, в регистр 3, в нашем случае 10000100 ...**Р 3**;

б) значение номинального приращения параметра $\Delta\theta$ в регистр 4, в нашем случае 1 ... **3 4**;

в) значение номинального числа циклов n в регистр 6, в нашем случае 5 ... **Р 6**;

г) код эксперимента 11010001 ...**3 9**.

15. Проверить правильность введения исходных данных в рабочие регистры, вызывая их значение на табло калькулятора. Для этого нажать клавиши **F 3, F 4, F 6, F 9**.
16. Подготовить процесс, нажав клавиши **Сх, В/О**.
17. Запустить процесс, нажав клавишу **С/П**.
18. Запустить протяжку самопишущего прибора.

На рис. 3 приведены результаты реализации нескольких задач программирования температурного режима в разных объектах, в том числе рассмотренная выше задача — пример 1.

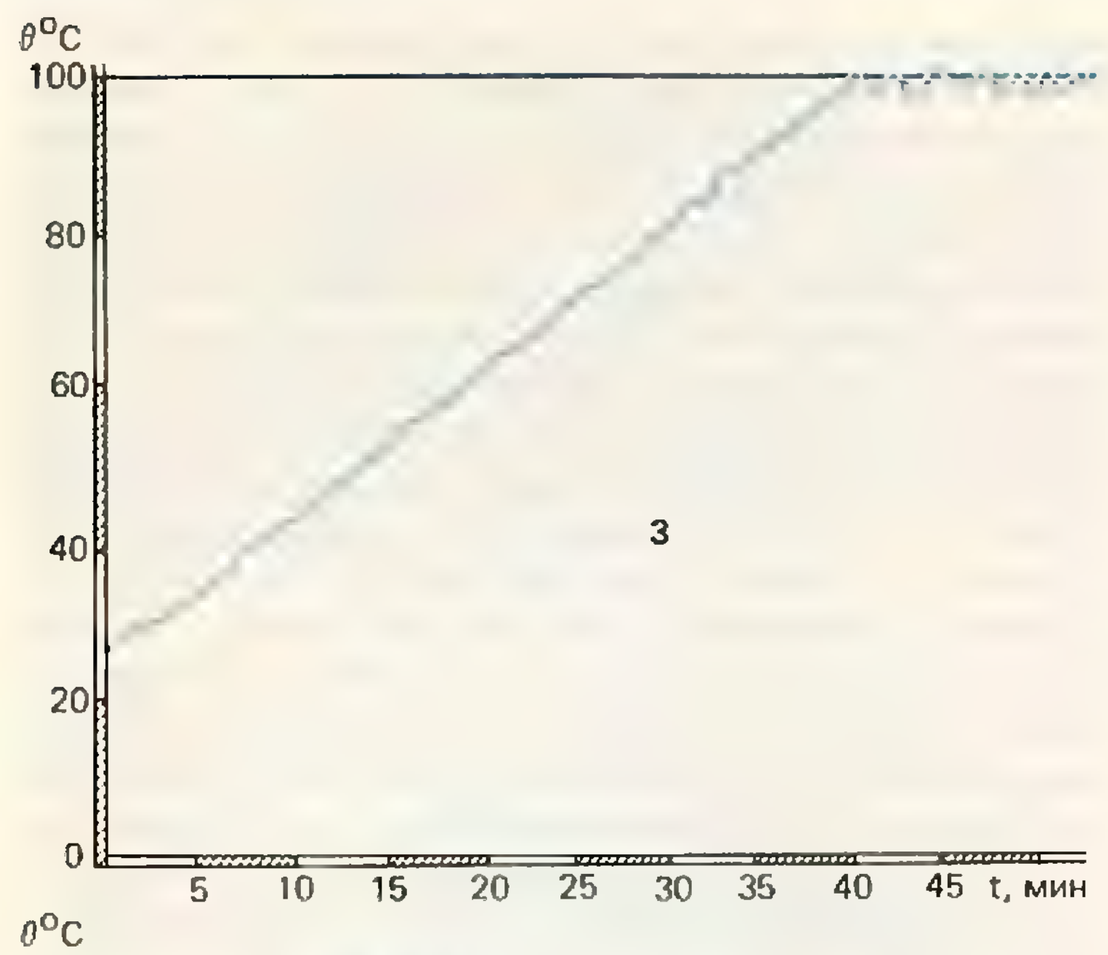
Как видно из описанной методики программирования, основой алгоритмизации программных процессов является организация внутренних циклов. В вышеприведенной программе обработка одного цикла в подпрограмме занимала время порядка 6 с (0,1 мин), что позволяло корректировать режим управления с частотой

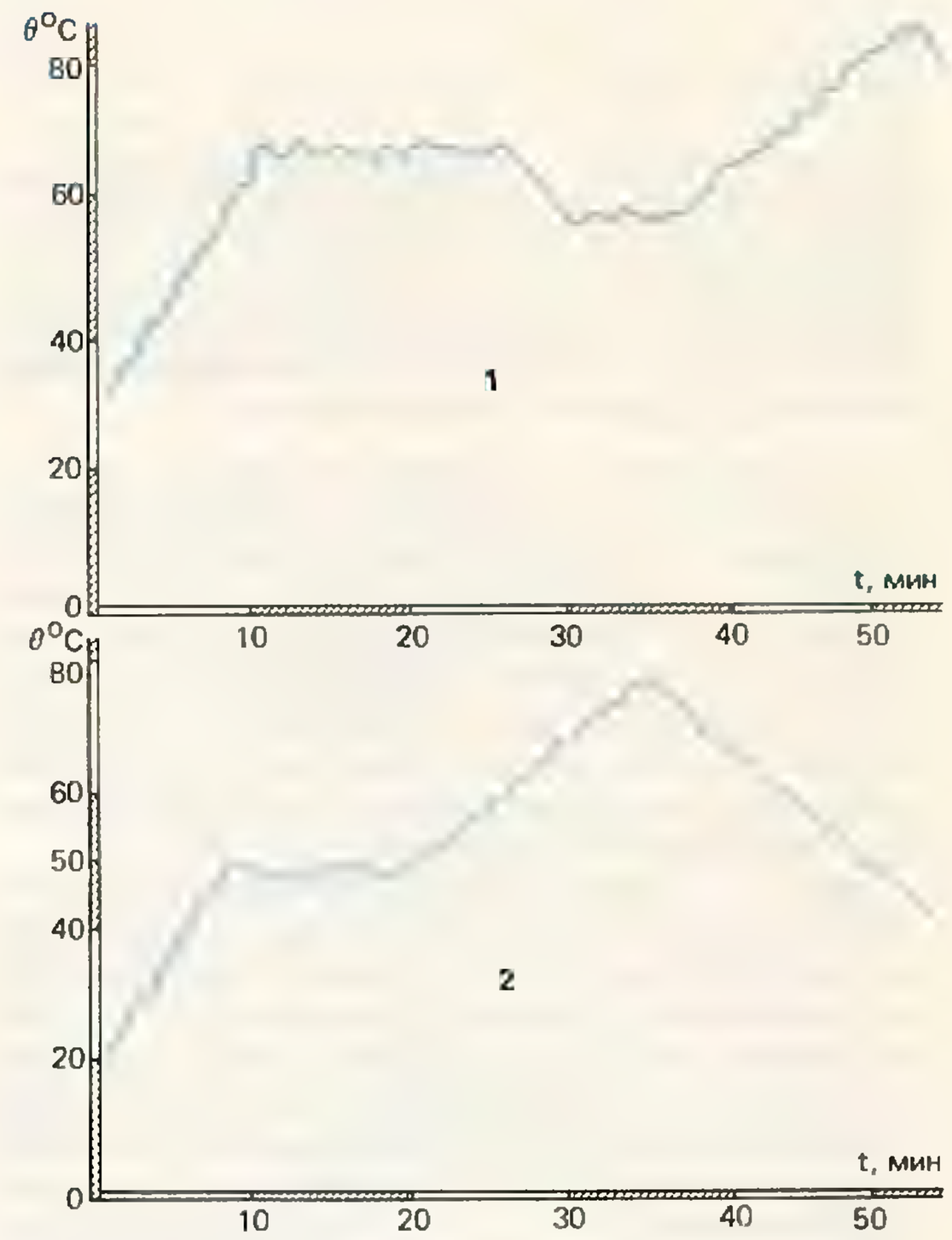
$$f_{упр}=\frac{1}{T}=\frac{1}{0,1}=10\ \frac{1}{мин}.$$

Это определило и соответствующие частотные возможности управляющего калькулятора. Другими словами, можно до 10 раз в минуту, **но не чаще** измерять и соответственно корректировать реализуемый режим. Принимая допускаемый рабочий частотный диапазон объектов управления на один порядок ниже, т. е. в 10 раз меньше, получаем, что можно рекомендовать применение калькулятора МК-64 с предложенной программой обработки для объектов с частотой пропускания порядка

$$f_{об}=\frac{f_{упр}}{10}=1,\ \frac{1}{мин}.$$

Для пояснения: постоянная времени такого объекта, характеризующая его инерционность, бу-





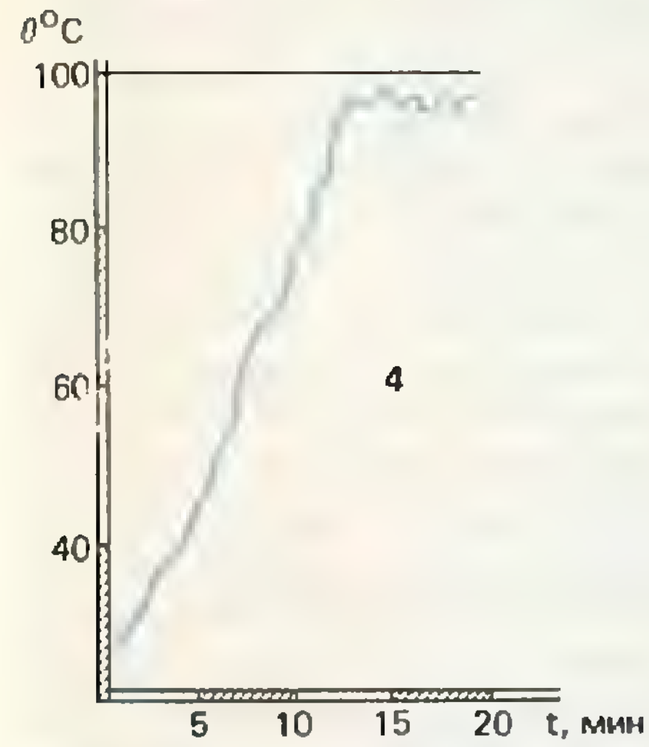


Рис. 3. *1* — объект радиатор. Нормальные условия 0 — 5 В; *2* — объект радиатор. Нормирующий усилитель 0—5 В; *3* — объект радиатор. Нормальные условия 0—10 В; *4* — объект банка с водой и кипятильником. Нормальные условия 0—10 В

дет составлять $T_{об} = \frac{1}{f_{об}} = 1$ мин или время нагрева объекта после включения $t_{нагр} \approx (3—5) T_{об} = 3—5$ мин.

Следовательно, с помощью МК-64 можно обеспечить управление объектами с такими инерционными характеристиками. Отметим попутно, что большинство тепловых объектов удовлетворяет этим условиям. Чаще всего производственные объекты отличаются еще более инерционными характеристиками. В этом случае необходимо руководствоваться следующими соображениями. Разумеется, что излишнее завышение рабочей частоты управляющего устройства всегда нежелательно, так как ведет к увеличению частоты работы исполнительного устройства и снижению его надежности. Это особенно существенно при работе с автоматическими клапанами, которые часто применяются в качестве исполнительных органов технологического оборудования. Поэтому целесообразно всегда выбирать рабочую частоту управляющего устройства в соответствии с частотой пропускания управляемого объекта исходя из соображения $f_{упр} = (10-5)\, f_{об}$.

Снижение рабочей частоты управляющего устройства (калькулятора) легко решается программным путем. Достаточно в подпрограмму с внутренним циклом включить дополнительный внутренний цикл в виде таймера задержки на необходимое время, как показано на подпрограмме.

ПП (подпрограмма)

Адрес	Команда	Код	Содержание команды
53	F6	62	Номинальный интервал $\Delta T(n)$
54	X	26	Текущий интервал $T(n_i)$
55	P7	71	в регистр 7
60	F5	52	Множитель параметра K_θ
61	B↑	06	
62	F4	42	Номинальное приращение параметра $\Delta\theta$
63	X	26	Рабочее приращение параметра $\Delta\theta_p$
64	P5	51	в регистр 5
65	F5	52	Рабочее приращение параметра $\Delta\theta_p$
70	B↑	06	
71	F3	32	Текущее значение θ_i
72	+	96	Новое текущее значение $\theta_i + 1$
73	P3	31	в регистр 3
74	B↑	06	
75	P○	43	Введение очередного допуска
80	ВП	66	
81	1	14	Вывод на исполнительное устройство
82	0	04	
83	←→	16	
84	С/П	78	Число Таймера («9» — цикл 15 сек.)
85	9	94	
90	B↑	06	
91	1	14	
92	—	86	Организация дополнительной задержки
93	P8	81	
94	P X=0	59	
95	P9	91	

100	F7	72	Организация обратного
101	1	14	счетчика
102	—	86	
103	P7	71	
104	P X=0	59	
105	F √	65	
106	B/O	48	Возврат из подпрограммы

65—105 — внутренний цикл; 91—95 — дополнительный цикл.

Примечание. Под длину ПП подгонять и основную программу, т. е. основная программа должна укладываться до ячейки 52 включительно.

В приведенной подпрограмме число таймера определяет время внутренней задержки. Например, число 9 таймера организует цикл на 15 с, число 20 — на 25 с, а для снижения частоты управления в 10—20 раз потребуется организация цикла на 60—120 с (вместо 6 с). Для этого в регистр таймера задержки потребуется ввести число 40—80. Для любого другого объекта с другими инерционными характеристиками достаточно изменить число таймера задержки.

Наряду с приведенными примерами задачи программирования температурных режимов могут возникать при многих других видах технологических процессов в производственной практике, таких, как сушка мехов и овчин, сушка и вяление овощей и фруктов, сушка деревянных и других лесотехнических изделий, наконец, в агротехнической практике, например в тепличном и парниковом хозяйствах.

Наряду с производственной практикой эти задачи могут найти применение в бытовой и хозяйственной деятельности, в частности в процессе приготовления пищи. При этом могут быть воспроизведены рецепты и режимы приготовления пищи, полученные из народной практики. Например, задержки при повышении или снижении температуры, так называемое томление, рекомендуемые при варке каш и первых блюд, или задержка выхода на температуру кипения при приготовлении молочных блюд или кофе.

Например, рисовую кашу рекомендуют варить 12 мин, из них 3 мин — на сильном огне, 7 мин — при умеренной температуре и 2 мин — при слабом нагреве «томление». Технология варки супов включает определенную последовательность и температуры при варении мяса, лука, моркови, свеклы, капусты, огурцов и т. д.

Видимо, читатели могут сами предложить всевозможные технологические рецепты и приемы качественного приготовления пищи, полученные или найденные в различных источниках или публикациях.

Можно отметить попутно, что забытые в настоящее время многие «тайны» из технологических приемов приготовления пищи чаще всего объясняются трудностью именно в реализации названных режимов, что, наоборот, легко обеспечивается при применении управляющего калькулятора и, разумеется, при использовании электрических печей для приготовления пищи.

Здесь следует остановиться на одной особенности, возникшей в связи с широким распространением в бытовой практике электрических печей вместо повсеместно применяемых ранее печей с газовым нагревом. Разумеется, они удобнее газовой плиты: чисто, работа без огня, запаха, копоти, исключается опасность отравления из-за случайной утечки газа, взрывов, пожароопасности и т. д. Однако часто хозяйки недовольны электроплитами. В чем же дело? В том, что методы и приемы приготовления пищи на электроплите отличаются от способов приготовления на газовой плите. Для хозяйки, привыкшей хорошо готовить на газовой плите, электроплита неудобна тем, что она не поддается привычному управлению в ходе приготовления пищи. В частности, трудно регулировать температуру, поэтому пища либо слишком быстро закипает, либо подгорает, либо слишком долго остывает и, значит, перекипает и т. д. Другими словами, поскольку электродиск плиты нагревается медленно и охлаждается также с определенной инерцией, то темпы нагрева и охлаждения пищи обычно не связаны со степенью готовности или технологией качественного приготовления последней. Одним из путей рационального выполнения тепловой технологии при приготовлении пищи может служить предложенная методика программного управления тепловыми режимами.

Пропорциональный регулятор (П-регулятор) температуры на базе МК-64. Средства вычислительной техники, в том числе и программируемые калькуляторы, позволяют реализовать функциональные возможности различных аппаратных средств программным путем. Рассмотрим возможность реализации пропорционального закона управления программными средствами на базе управляющего калькулятора типа МК-64.

В настоящее время все более проявляются тенденции использования управляющих микроЭВМ и других средств микропроцессорной техники в качестве локальных регулирующих устройств для управления технологическими процессами и оборудованием. При автоматизации оборудования и процессов бытового назначения особый интерес возникает в использовании простейших и, естественно, более дешевых управляющих устройств. В качестве такого устройства может быть использован управляющий каулькулятор МК-64. Заметим, что штатные технические характеристики этого калькулятора позволяют реализовать лишь модель позиционного регулятора, используя для этого режим работы калькулятора по допусковому контролю. Реализуемый при этом процесс регулирования отличается значительными колебаниями регулируемой величины, особенно при больших запаздываниях в системах, чем часто и характеризуются реальные процессы.

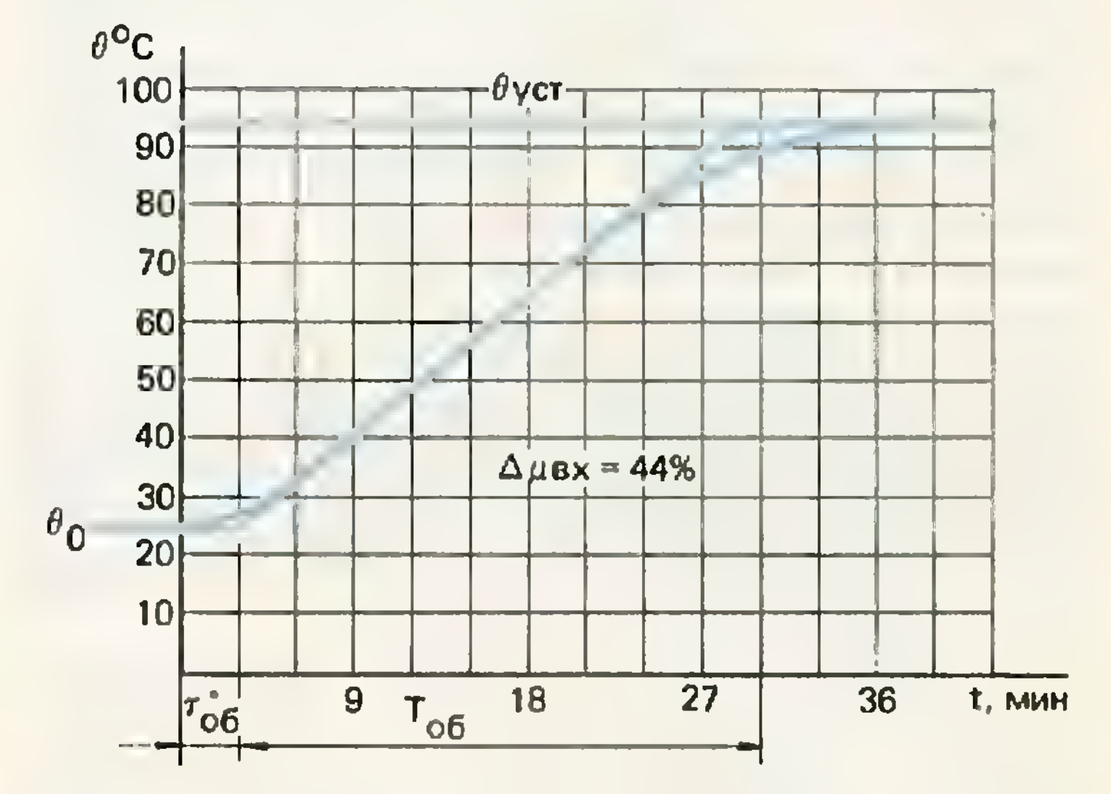


Рис. 4. Динамическая характеристика объекта регулирования — сушильного шкафа

На рис. 4 приведена динамическая характеристика одного из таких объектов, в качестве которого использован сушильный шкаф. Из графика видно, что полученная характеристика аппроксимируется одноемкостным звеном со звеном запаздывания с постоянной времени $T_{об}$=30 мин и временем запаздывания $\tau_{об}$=3 мин. Используя регулятор с позиционным (двухпозиционным) законом управления, получаем колебание регулируемой величины в системе, достигающее 5°С (см. график позиционного регулирования на рис. 5).

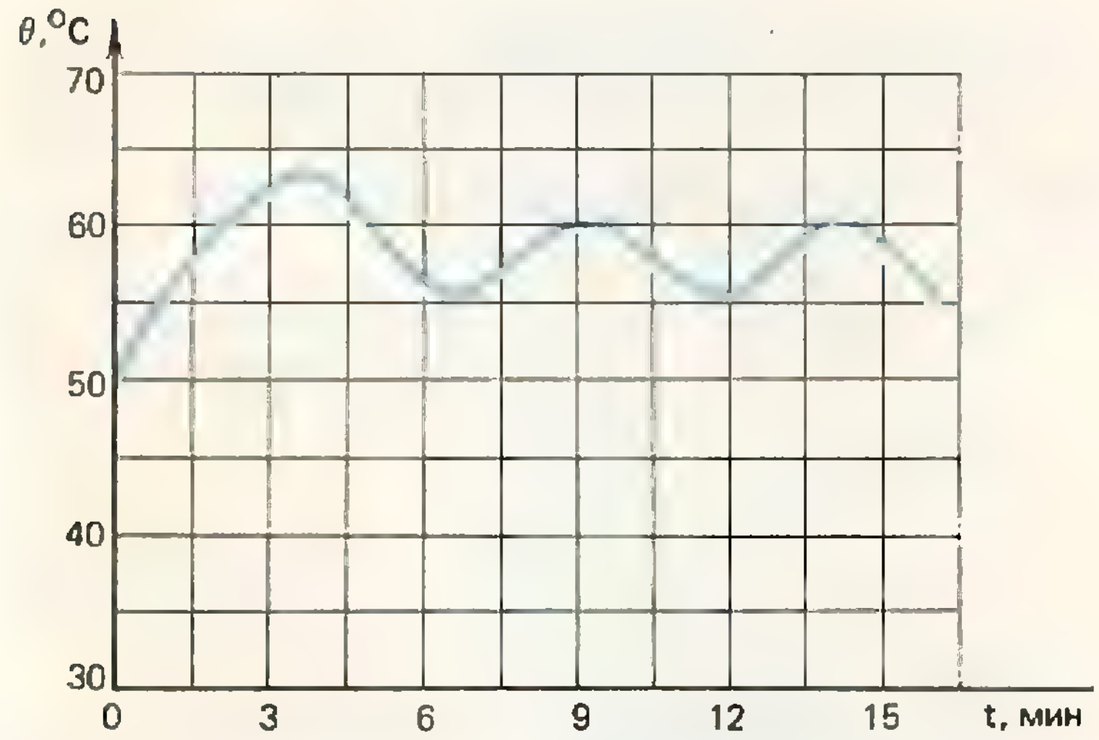


Рис. 5. График двухпозиционного регулирования

В практике работы промышленных регуляторов применяются различные алгоритмы управления, именно П-, И-, ПИ- и ПИД- законы регулирования. В качестве первого шага для решения задачи, естественно, возникает проблема выбора оптимального алгоритма управления. В работе [1] из условия обеспечения минимальной среднеквадратичной ошибки регулирования выведена приближенная формула для определения оптимального оператора регулятора по исходной характеристике объекта регулирования:

$$W_{рег.опт.}(S)\approx\frac{1}{S\cdot\tau_{об}\cdot W_{об}^{\circ}(S)}, \qquad (1)$$

где $W_{об}^{\circ}(S)$ — передаточная функция объекта регулирования без учета времени запаздывания.

В общем случае для наиболее распространенных характеристик объектов регулирования, встречающихся в практике автоматизации, выведены соответствующие операторы регуляторов, которые и приняты в качестве типовых алгоритмов функционирования промышленных регуляторов непрерывного действия. При этом получена гамма регуляторов непрерывного действия (с П, И, ПИ и ПИД законом регулирования). Анализ характеристик теплового оборудования и приборов бытового назначения [2] показывает, что в подавляющем большинстве случаев они могут быть представлены как астатические объекты с передаточной функцией:

$$W_{об}(S)=\frac{x(S)}{\mu(S)}=\frac{\varepsilon_{об}}{(S)}\cdot e^{-\tau_{об}\cdot S}, \qquad (2)$$

где $\varepsilon_{об}$, $\tau_{об}$ — скорость разгона и время запаздывания объекта.

Это объясняется тем, что, как показано в работе [2], бытовое тепловое оборудование и приборы обычно проектируются с большим запасом по мощности, определяющим быстрый выход на рабочий режим работы. И наконец, в работе [3] утверждается, что астатичность характеристик свойственна большинству тепловых объектов и промышленного назначения.

Таким образом, приняв в качестве исходной астатическую характеристику объекта с запаздыванием (2) и подставив ее в выражение (1), получаем алгоритм П-регулятора, простейшего из регуляторов непрерывного действия. Передаточная функция П-регулятора:

$$W_{рег}(S)=\frac{\mu(S)}{\varepsilon(S)}=K_p,$$

где K_p — коэффициент передачи регулятора,

$$K_p=\frac{1}{\varepsilon_{об}\cdot\tau_{об}}.$$

Этот регулятор реализует пропорциональный закон регулирования:

$$\mu(t)=K_p\cdot\varepsilon(t), \qquad (4)$$

где $\mu(t)$ — управляющее воздействие регулятора, $\varepsilon(t)$ — отклонение регулируемой величины.

Как видно из уравнения (4), П-регулятор обеспечивает управляющее воздействие, пропорциональное отклонению.

Существенным достоинством этого регулятора является его безынерционность, обеспечивающая хорошее быстродействие и как следствие существенно меньшие динамические отклонения в процессе регулирования и лучшее быстродействие. Таким образом, хорошие динамические свойства наряду с наименьшей стоимостью, определяемой наиболее простым его решением, ставят П-регулятор вне конкуренции со всеми другими регуляторами непрерывного действия.

С другой стороны, характерной особенностью систем с П-регулятором является наличие в них статической ошибки регулирования, называемое статизмом, что, безусловно, относится к существенному недостатку этих регуляторов и, очевидно, может стать некоторым препятствием к их применению.

Однако, как показано в работе [4], в целом для рассматриваемого класса астатических объектов, наиболее распространенных в практике тепловых бытовых приборов и оборудования, статическая ошибка регулирования ликвидируется за счет интегрирующих свойств самого объекта, что позволяет рекомендовать применение П-регулятора, отличающегося наибольшей простотой, а значит, и наилучшей надежностью и меньшей стоимостью по сравнению со всеми остальными регуляторами непрерывного действия.

Выбор простейшего закона управления удобен и с точки зрения его реализации на калькуляторе МК-64, как уже отмечалось выше, обладающим сравнительно ограниченными программными возможностями. И наконец, реализация простейшего алгоритма обеспечивает наибольшее быстродействие регулятора.

Ниже приведена программа, обеспечивающая реализацию задачи пропорционального регулирования:

Адрес	Команда	Код команды	Содержание команды
01	F2	22	Ложный цикл для организации выхода на нормальный режим "ПУСКа"
02	ПП	68	
03	7	74	
04	F6	62	Введение MAX допуска (для включения нагрева)
05	[P] [⇆]	43	
10	F4	42	$\theta_{нижн.}$
11	В↑	06	
12	F2	22	$\theta_{изм.}$
13	—	86	$\theta = \theta_{нижн.} - \theta_{изм.}$
14 (да / нет)	[P] [X ≥ 0]	49	
15	2	24	
20	ПП	68	Вывод на исполнительное устройство — нагрев максим.
21	7	74	
22	БП	58	
23	В↑	06 (10)	
24	$\Delta^{(-)}$	$\Delta^{(-)}$	$\Delta^{(-)}$
25	$\Delta^{(-)}$	$\Delta^{(-)}$	
30	$\Delta^{(-)}$	$\Delta^{(-)}$	
31	+	96	$\Delta\mu = \Delta\theta + \Delta^{(-)}$
32	В↑	06	
33	F8	82	$\mu_{зд}$
34	+	96	$\mu_{нагр} = \mu_{зд} + \Delta\mu$
35	P3	31	
40	1	14	Счетчик
41	—	86	
42 (да / нет)	[P] [X ≥ 0]	49	
43	F5	52	
44	ПП	68	Вывод на исполнительное устройство — нагрев пропорциональный
45	7	74	
50	БП	58	
51	÷	36 (40)	
52	F5	52	Введение MIN допуска (для выключения нагрева)
53	[P] [⇆]	43	
54	F7	42	Δ
55	В↑	06	
60	F3	32	$\mu_{нагр}$
61	—	36	$\mu_{охл} = \Delta - \mu_{нагр}$
62	1	14	Счетчик
63	—	86	
64 (да / нет)	[P] [X ≥ 0]	49	
65	0	04	
70	ПП	68	Вывод на исполнительное устройство — охлаждение пропорцион.
71	7	74	
74	БП	58	
73	F6	62	
ПП (подпрограмма)			
74	В↑	06	Вывод на исполнительное устройство
75	ВП	66	
80	1	14	
81	0	04	
82	↔	16	
83	С/П	78	
84	В/0	48	

Рассмотрим методику программирования. На рис. 6 приведены схемы и основные обозначения при программировании задачи пропорционального закона регулирования.

Рассмотрим процесс формирования управляющего воздействия. При любом отклонении регулируемой величины больше нижней границы пропорционального регулирования $\theta_{нижн}$ формируется максимальное управляющее воздействие $\mu_{макс}$. При любом отклонении регулируемой величины больше верхней границы пропорционального регулирования $\theta_{верхн}$ формируется минимальное управляющее воздействие (отсутствие нагрева $\mu_{мин}$. При заданном значении регулируемой величины $\theta_{зд}$ формируется заданное значение управляющего воздействия $\mu_{зд}$. При любых других отклонениях регулируемой величины в пределах зоны пропорционального регулирования формируется управляющее воздействие, пропорциональное отклонению регулируемой величины от заданного значения, сложенное с $\mu_{зд}$.

Все вышеотмеченные параметры регулирования приводятся к единым единицам регулируемой величины в соответствии с соотношениями:

— зона пропорционального регулирования:

$$\Delta = \frac{100\%}{K_p, \%/град.}, \text{ град.};$$

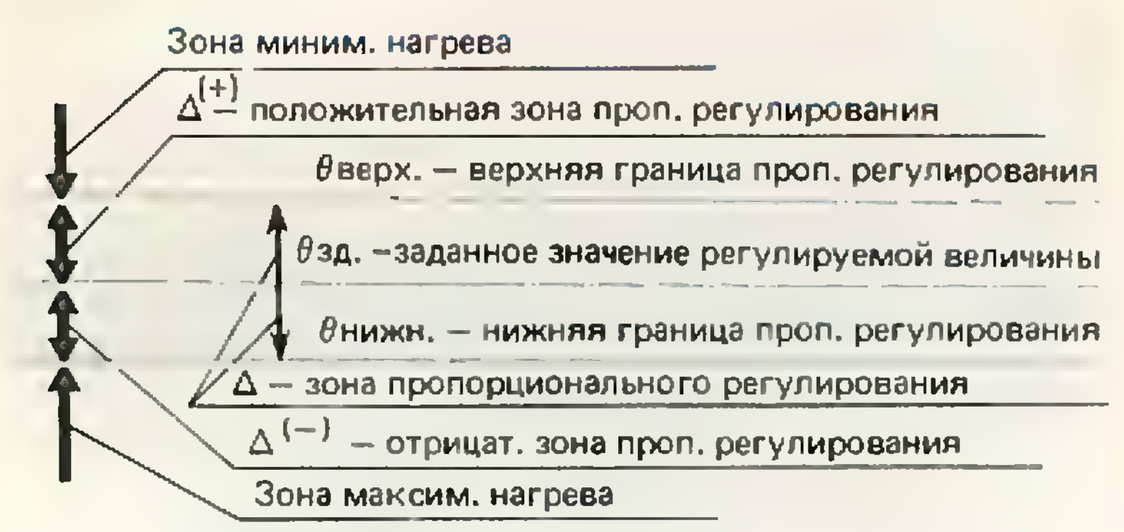


Рис. 6. Схема пропорционального регулирования и схема формирования управляющего воздействия

— заданное значение управляющего воздействия:

$$\mu_{зд}=\frac{\theta_{зд}-\theta_{р},\ град.}{K_{о},\ град/\%},\ \%$$

или

$$\mu_{зд},=\frac{\mu_{зд},\ \%}{K_{р},\%/град.},\ град.;$$

— отрицательная зона пропорционального регулирования:

$$\Delta^{(-)}=\frac{100\%-M_{зд},\ \%}{K_{р},\%/град.},\ град.;$$

— нижняя граница пропорционального регулирования:

$$\theta_{нижн}=\theta_{зд}-\Delta^{(-)},\ град;$$

— положительная зона пропорционального регулирования:

$$\Delta^{(+)}=\Delta-\Delta^{(-)},\ град.;$$

— верхняя граница пропорционального регулирования:

$$\theta_{верхн}=\theta_{зд}+\Delta^{(+)},\ град.,$$

где $\theta_{о}$ — начальное значение регулируемой величины,

$\theta_{зд}$ — заданное значение регулируемой величины,

$K_{о}$ — коэффициент передачи объекта управления,

$K_{р}$ — коэффициент передачи регулятора.

Коррекция параметров. Итак, все параметры регулирования приводятся к единым единицам, в качестве которых принята температура в градусах.

При переводе к единым единицам (удобнее всего, например, к градусам) следует и измеряемую калькулятором величину также привести к градусам.

Фактически калькулятор измеряет не температуру в градусах, а напряжение в вольтах. При этом ввиду конструктивной особенности калькулятора МК-64 информация от внешних устройств (датчиков) записывается в 7-е, 8-е и 9-е разряды регистров памяти. Например, напряжение $U_{вых}=0{,}75$ В запишется в виде числа 0,000075. Для перевода этого числа в единицы вольт потребуется умножить измеряемое число на коэффициент порядка $1\cdot10^{4}$. Затем следует по характеристике нормирующего преобразователя определить коэффициент преобразования:

$$K_{пр}=tg\alpha=\frac{\Delta U_{вых}}{\Delta\theta},\ В/град.$$

Далее для перевода числа вольт в градусы необходимо разделить измеряемое число в вольтах на коэффициент преобразования:

$$\theta_{изм}=\frac{U_{вых}}{K_{пр}}\ \frac{В}{В/град.},\ град.$$

В нашем случае для характеристики нормирующего преобразователя коэффициент преобразования будет:

$$K_{пр}=\frac{5-1}{90-10}=0{,}05\ В/град.$$

Соответственно в программу надо ввести деление измеряемой величины на $K_{пр}$, а лучше умножение измеряемой величины на обратный коэффициент преобразования:

$$K_{пр}=\frac{1}{K_{пр}}=\frac{1}{0{,}05}=20.$$

Некоторое неудобство введения коррекции описанным способом заключается в необходимости использования дополнительного регистра памяти, что оказывается затруднительным, так как в предлагаемой программе весь резерв рабочих регистров памяти исчерпан. Другой недостаток данного способа коррекции заключается в необходимости использования дополнительных команд программы, что к тому же еще и увеличивает время счета калькулятора, а, значит, в конечном итоге ухудшает и быстродействие калькулятора.

Поэтому может быть предложен другой способ коррекции — путем введения коэффициента искажения измеряемого параметра. При этом из коэффициента преобразования выделяется дробная (десятичная) часть и порядок. Порядок вводится в общий коэффициент порядка, увеличивая его. Дробная же часть коэффициента преобразования принимается за коэффициент искажения: $K_{искж}$. И все ранее рассчитанные параметры регулирования умножаются на этот коэффициент:

$$\bar{\Delta}=\Delta\cdot K_{искж},$$

$\mu_{зд} = M \cdot K_{искж}$,

$\bar{\Delta}^{(-)} = \Delta^{(-)} \cdot K_{искж}$,

$\bar{\theta}_{нижн} = \theta_{нижн.} \cdot K_{искж}$,

$\bar{\Delta}^{(+)} = \Delta^{(+)} \cdot K_{искж}$,

$\bar{\theta}_{верхн} = \theta_{верхн} \cdot K_{искж}$.

В нашем случае для $K_{пр}$ 0,05=0,5·10^{-1} порядок первый увеличивает коэффициент порядка на один порядок и вместо 1·10^4 вводится 1·10^5; все ранее рассчитанные параметры регулирования умножаются на коэффициент искажения $K_{искж}$=0,5.

Порядок проведения эксперимента.

1. Предварительно снимается характеристика объекта регулирования и определяются параметры объекта: K_o, T_o, τ_o [4].

2. Производится расчет пропорционального регулятора, определяется коэффициент передачи регулятора K_p [4].

3. Производится расчет параметров регулирования и приведение их к единицам регулируемой величины.

4. По характеристике нормирующего преобразования определяется коэффициент преобразования. Из коэффициента преобразования выделяется коэффициент искажения и порядок коэффициента преобразования.

5. Пересчитываются параметры регулирования с учетом коэффициента искажения.

6. Составляется сводная таблица параметров регулирования.

Параметры объекта и нормирующего преобразователя		K_0=1,6 град./%	τ_0=30 мин τ_0= 3 мин	$K_{пр}$=0,5·10^{-1} В/град
Параметры регулирования (регистр)	Коэффициент передачи регулятора, K_p, %/град,	5,6	4,4	2
	для перерегулирования, %	45	20	0
Зона пропорционального регулирования (Р7)	Исходная Δ, град.	18		
	Скорректированная Δ, град.	9		
Заданное значение управляющего воздействия (Р8)	Исходное $\mu_{зд}$, %	31		
	Приведенное к ед. регулир. величины $M_{зд}$, град.	6		
	Скорректированное $\bar{\mu}_{зд}$, град.	3		
Отрицательная зона пропорционального регулирования (КМД 24,25,30)	Исходная $\Delta^{(-)}$, град.			
	Скорректированная $\Delta^{(-)}$, град.	6		
Нижняя граница пропорционального регулирования (Р4)	Исходная $\theta_{нижн,}$, град.	53		
	Скорректированная $\bar{\theta}_{нижн}$, град.	26,5		

В нашем случае (см. табл.)

7. Порядок коэффициента преобразования вводится в общий коэффициент порядка.

8. В исходную программу ввести параметр — отрицательную зону пропорционального регулирования (см. команду 24, 25, 30).

9. Собрать систему объекта — управляющий калькулятор МК-64 с согласующими устройствами. Подключить контрольно-измерительный (лучше самопишущий) прибор.

10. Включить питание калькулятора МК-64.

11. Нажать клавиши **Р, АВТ, В/О.**

12. Перейти в режим программирования, нажав клавиши **Р ПРГ.**

13. Набрать программу.

14. Произвести контроль набранной программы.

15. Перейти в режим автоматической работы, нажав клавиши **Р АВТ**.

16. Ввести исходные данные в регистры памяти калькулятора:

а) множитель — порядок измеряемого параметра (с учетом порядка коэффициента преобразования) в регистр 2, в нашем случае **I ВП 5 ... Р 2**;

б) параметры регулирования в регистры 4, 7, 8 $\bar{\theta}_{нижн}$ **... Р 4,** $\bar{\Delta}$ **... Р 7, ...**$\mu_{зд}$ **... Р, 8;**

в) ввести допусковые значения в регистры 5, 6 10000 000 ... **Р 5,** 10000900 ... **Р 6;**

г) код эксперимента 1100001 ... **Р 9.**

17. Проверить правильность введения исходных данных в рабочие регистры, нажав клавиши **F 2, F 4, F 5, F 6, F 7, F 8, F 9.**

18. Обнулить счетчик команд, нажав клавишу **В/О**

19. Включить питание и протяжку измерительного прибора.

20. Запустить процесс, нажав клавишу **С/П.**

21. Наблюдать процесс регулирования по управляющему воздействию. На табло в первом «ложном» цикле высвечивается множитель порядка 100000, затем текущее отклонение измеряемого параметра от заданного значения.

На рис. 7 приведены результаты реализации пропорционального регулирования в вышеприведенном объекте регулирования — сушильном шкафу.

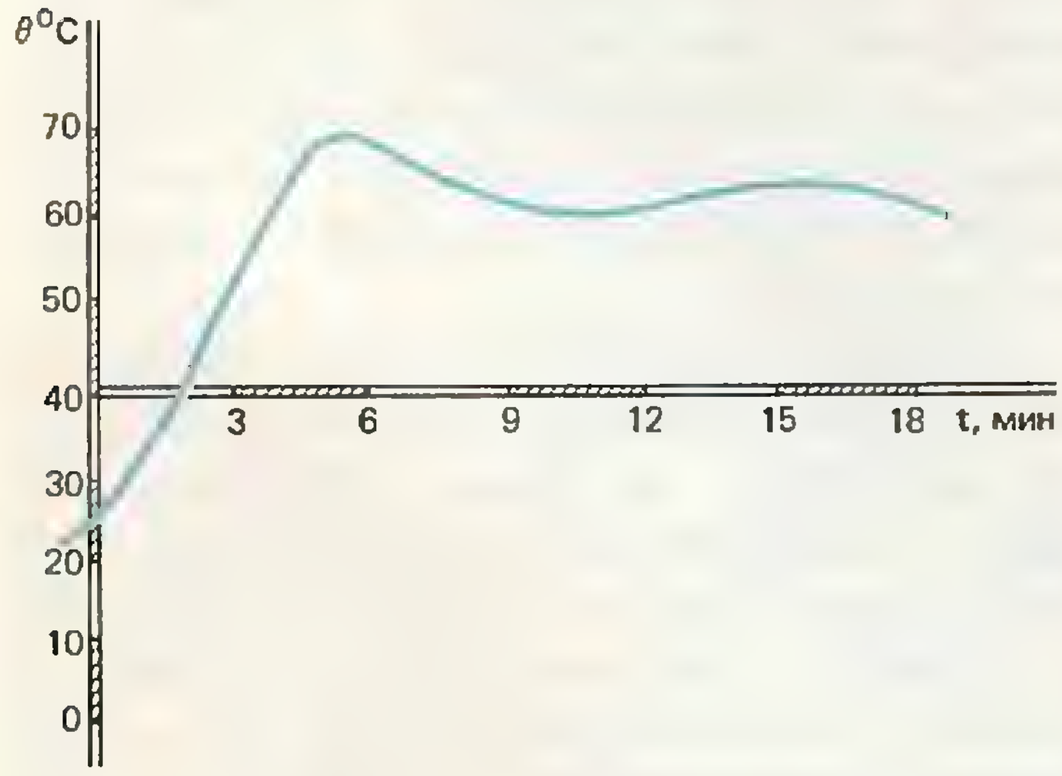


Рис. 7. Пропорциональное регулирование температурного режима

Заключение

Наряду с широкими потенциальными возможностями управляющих калькуляторов следует отметить ряд ограниченных возможностей калькуляторов типа МК-64, сдерживающих их внедрение в практику. Одним из важнейших из них является ограниченный объем программируемой памяти всего на 66 шагов (для сравнения: в микрокалькуляторе HP-410 448 шагов), что сужает перечень решаемых задач.

Например, при реализации линейного алгоритма управления это вынудило ограничиться выбором только пропорционального закона регулирования (модель П-регулятора). В то же время существуют и другие алгоритмы управления, реализующие законы И-, ПИ-, ПИД- регулятора, которые во многих технологичных процессах более предпочтительны. Однако они недоступны к реализации на МК-64 по названной причине.

При решении задачи программирования температурного режима та же причина наложила ограничение на количество программируемых участков, а именно не более шести в вышеприведенной программе.

Некоторым недостатком МК-64 является ограничение стековой памяти, уменьшающей возможности организации наиболее рационального программирования с использованием вложенных подпрограмм (допускаются всего два вложения). Неудобна также и организация кольцевого стека, вынуждающая вместо классического вложения — выборки данных идти на последовательное вложение и очередное ожидание выборки данных. Это влияет, во-первых, на снижение быстродействия устройства управления и, во-вторых, что особенно неудобно, на ограничение объема памяти (регистров) для хранения текущей информации, что в конечном счете сказывается на «интеллектуальности» калькулятора.

И безусловно, главный недостаток калькулятора МК-64 — это отсутствие памяти для энергонезависимого хранения программного содержания, что является главным препятствием к широкому внедрению и эксплуатации этих устройств в производственной практике. Для сравнения в управляющих калькуляторах HP-41C сохраняемая память выполнена в виде сменных модулей ПЗУ (на 100 задач), а в TI-59 — в виде миникарт на 40 кбайт.

В перспективе в ближайшем будущем ожидается выпуск отечественного управляющего калькулятора (одно из рабочих наименований МК-49) с энергонезависимой памятью.

Наряду с главным его достоинством, заключающимся в наличии нестираемой памяти, ожидается улучшение и других его характеристик, как-то увеличение объема программируемой памяти до 98 шагов (как в МК-56) при общем объеме сохраняемой памяти в перепрограммируемой памяти (ППЗУ) до 8 кбайт, увеличение количества регистров для хранения исходных данных до 14, аппаратная организация аналогового выхода по одному каналу, что особенно удобно для реализации линейного алгоритма регулирования без затрат программируемой памяти, организация предварительной обработки входных данных и, наконец, реализация входных и выходных интерфейсов связи в уровнях ТТЛ, что обеспечивает унификацию по уровням питания с другими средствами микропроцессорной техники. Промышленный выпуск управляющих микрокалькуляторов с названными характеристиками будет знаменовать качественно новый этап в использовании микрокалькуляторной техники. Другими словами, это будет уже не калькулятор в привычном понимании, а микропроцессорное устройство управления (микроконтроллер), совмещенное с оперативным программатором. Это в конечном счете будет хорошим приборным обеспечением для технологов-производственников, заинтересованных в оптимизации и автоматизации технологических процессов.

Литература

1. Р о т а ч В. Я. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования. — М., 1973.

2. К о л о с о в Ю. В. К расчету нелинейных регуляторов для бытовых приборов и оборудования легкой промышленности. Технология легкой промышленности // Известия вузов. — 1982. — № 6.

3. Р о т а ч В. Я. Расчет настройки одноконтурных систем автоматического регулирования тепловых процессов. — М., 1960.

4. К о л о с о в Ю. В. Автоматизация производственных процессов на предприятиях пошива одежды по индивидуальным заказам. М.: Легкопромбытиздат, 1985

Разработка нейрокомпьютеров в Японии

Среди японских компьютерных фирм усилилась тенденция создания нейрокомпьютеров, состоящих из электронных процессоров, связанных между собой аналогично нейронам мозга человека и предназначенных для решения наиболее сложных логических задач. В последнее время две фирмы объявили о достигнутом прогрессе в разработке систем, которые, по их словам, будут распознавать рукописный текст и речь человека с помощью «неопределенной логики», особенно сложной для современных компьютеров.

Разработчики нейрокомпьютеров объединяют процессоры в трехразмерные сети. Такие сети компонуются аналогично расположению нейронов и синапсов в мозгу человека. Идея заключается в том, чтобы наилучшим образом построить связи между «нейронами» и тогда вся сеть сможет быть «натренирована» на решение задач, особенно таких, которые используют недостаточные или несовершенные данные.

Сторонники нейрокомпьютеров считают, что они будут эффективнее обычных компьютеров при решении таких задач, как определение видимых объектов или произносимых слов.

Идеи таких решений в США существовали с самых первых дней компьютерной эры. Однако большинство исследователей отказалось от подобных поисков ввиду сложности создания и программирования таких нейросетей. Японские компании, вдохновляемые большим потенциальным рынком видящих роботов и систем распознавания речи, возродили эту идею.

Крупнейшая японская компьютерная фирма Fujitsu продемонстрировала движущиеся роботы, управляемые нейрокомпьютерами, интерпретирующими сигналы от двенадцати сенсоров. Они показывали «интеллектуальную» игру «полиция и грабители». «Умный» робот, одетый в костюм Шерлока Холмса, был обучен выслеживать робота-преступника. Но специалисты Fujitsu не могли предложить какого-либо коммерческого использования новой техники.

Разработка нейрокомпьютеров получает одобрение в заинтересованных ведомствах Японии, которые хотят разработать программу исследований с конечной целью выхода на рынок. Однако многие ученые считают, что будет невозможно организовать широкомасштабные нейросети с использованием электроники из-за огромной сложности соединения десятков тысяч электрических узлов.

Ответом на эту проблему могло бы стать использование световых импульсов, которые не будут мешать друг другу в отличие от электрических соединений. Теоретически оптический компьютер удобных размеров может содержать миллионы узлов. Но даже самые оптимистически настроенные исследователи не надеются увидеть такие системы в ближайшие десятилетия.

Нейросеть понимает почерк

Исследователи лаборатории «Системных и программных разработок» фирмы Toshiba заявили в середине ноября, что они разработали экспериментальную нейросеть для определения букв, написанных от руки. По утверждению компании, точно определяется 99,8—99,9 процентов букв предлагаемого текста. Точность предыдущих систем, разработанных компанией, составляла 90—96%.

New Scientist
26.11.1988, p. 33.

Программа PRODIGY («Вундеркинд») ускоряет обучение компьютера

Спросите кого-нибудь в Нью-Йорке, как добраться до статуи Свободы, и Вы услышите: «Прежде всего садитесь на автобус...» Спросите об этом компьютер, и он ответит: «Это стоит 3,5 доллара, поэтому Вы должны иметь работу...»

Объяснения подобного рода — главная проблема для компьютеров, ис-

пользующих обучение на основе объяснения (EBL-обучение). Для преодоления этих сложностей ученые С. Минтон и Дж. Карбонелл из Carnegie Mellon University в Питтсбурге создали программу, названную «PRODIGY», цель которой — исключить плохие объяснения и упростить роботам и компьютерам решение некоторых видов задач.

Способность обучаться на основе полученного опыта и использовать его — важнейший элемент интеллекта человека. Поэтому ученые, занимающиеся проблемами искусственного интеллекта, посвящают много времени разработке компьютеров, улучшающих свою работу с каждой новой попыткой. Для этого компьютеры, использующие EBL-обучение, решают задачу, а затем изучают «объяснение», как прийти к решению наилучшим образом. Проблема заключается в том, что объяснения, изучаемые компьютером, содержат ирелевантную (не относящуюся к решению) информацию. Такое обучение удобно для исследовательских систем, а не для прикладных задач.

Программа «PRODIGY EBL» производит упрощение и объединение нужной информации. Для этого она выделяет главные элементы. Например, робот запрограммирован на достижение определенного пункта. В случае неправильного движения он возвращается. В итоге робот доходит до места назначения. Программа, управляющая им, основана на действиях робота в случае ошибки. Поэтому она нуждается в программе «объяснений», как действовать более правильно. Но для этого неэффективно анализировать весь набор своих действий, а достаточно знать лишь несколько правил (объяснений).

«PRODIGY EBL» исключает лишнюю информацию в объяснениях, а также оценивает все изученное и выделяет наиболее существенные объяснения. Для этого она анализирует, как часто применялось то или иное правило, сколько времени оно сэкономило, определяет стоимость принятия самого решения о пользовании правилом.

По мнению Минтона, наилучшее применение данной программы — это задачи по составлению планов-графиков, календарных планов и т. п. Именно в них чаще всего содержатся противоречивые требования, которые не в состоянии решить обычный компьютер.

Минтон, в частности, собирается обратиться в NASA с предложением использовать эту программу для составления графика пользования телескопом, с которым собираются работать многие астрономы после его запуска на орбиту Земли в 1990 г. Создатели PRODIGY EBL считают, что она будет работать и над более сложными задачами.

Нейронная сеть... моделирует зрительный процесс мозга...

В последние годы появилось большое количество работ, в которых рассматриваются различные варианты разработок компьютерных моделей, имитирующих деятельность отдельных групп клеток головного мозга, отвечающих за зрение и обоняние. Одна из таких нейронных сетей способна кодировать зрительную информацию, полученную от мозга обезьяны. По словам создателей нейросети Д. Зипсера из Калифорнийского университета в Сан-Диего и Р. Андерсена из Массачусетсского технического института в Кембридже, их компьютерная модель и кора головного мозга обезьяны одинаково манипулируют входной информацией. Созданная нейронная сеть использует в качестве обучения «обратное распространение» (back propagation), т. е. обратную связь, или самообучение. Система состоит из блоков ввода и вывода, а также промежуточного блока. В процессе обучения сигналы ошибок посылаются обратно в сеть с целью координации работы всех блоков и направления системы к требуемому результату. Для этого ответы сравниваются с расшифрованными электрическими импульсами, получаемыми из области коры головного мозга, отвечающей за процесс наблюдения и положения глаз. В перспективе, по мнению исследователей, могут быть разработаны системы, помогающие понять функционирование мозга. «Так же, как математическое исчисление применяется в самых разных областях, так и самообучающа-

яся нейросеть может быть применена к изучению различных частей головного мозга», — считают разработчики.

Science News
5.3.1988, t. 133, № 10

...И принимает решения по финансовым вопросам

Все чаще нейросети начинают использовать для решения финансовых вопросов. Например, в последнее время разработана нейросеть, принимающая решение на основе определения степени риска выдачи закладных. Нейросеть, как отмечает один из ее создателей, Е. Коллинз из фирмы Nestor Inc (штат Род-Айленд), лучше предсказывает степень риска при выдаче закладной, чем финансист.

Эта система также использовала методику самообучения. Для этого ей была дана информация о 5 тыс. заявок на получение закладных и решения по ним эксперта-гаранта. В компьютер вводилась обширная информация, в частности характеризующая экономическое и финансовое положение заявителя. Каждый из трех уровней нейросети анализировал свою часть вводимой информации и степень риска предоставления займа. «Контроллер» нейрокомпьютера определял степень значимости совпадения оценок на всех уровнях и окончательно решал вопрос.

Аналогичная нейросеть создана для оценки надежности облигаций (бон), покупаемых вкладчиком. Результаты ее предсказаний также оказались лучше, чем обычные математические методы, используемые оценщиками.

Science News
6.8.1988, t. 134, № 6

С. А. УТЕНКОВ

НАМ ПИШУТ

Уважаемые товарищи!

Пишет вам много и охотно программирующий в машинных кодах студент МАИ Александр Сергеев.

С большим вниманием слежу за вашими публикациями, особенно за рубрикой «БК за рога». Спешу выразить вам свою признательность за материал «Использование плавающей арифметики ФОКАЛа в БК 0010». Однако материал, очевидно, как по вине авторов, так и по вашей вине, содержит несколько ошибок или опечаток, как угодно.

Начну не по порядку изложения материала, а в той последовательности, в какой мне кажется удобным.

Итак, программа ПИФ. Она содержит одну грубейшую ошибку (или опечатку), сводящую на нет все труды неопытных программистов, а также ценность этого материала.

Восьмеричную константу 012705 в предпоследней строчке в четвертом столбце необходимо заменить на 012702, что возвращает программе утерянную работоспособность.

Необходимо также отметить: пущенная с режима ТС программа ПИФ и помещенная за ней последовательность **выполняемых** ЦП инструкций при встрече HALT возвращает управление не монитору ТС, а монитору тестов диагностики. Причем «приглашение» к диалогу (знак плюс) не печатается, что явно говорит о еще одной оплошности детектирования, причина которой мне пока не ясна.

Продолжу перечень ошибок.

В таблице 1 на стр. 32 применен вовсе не фокаловский значок S∧op→S возведения в степень (там он такой: —).

В среднем программном сегменте на стр. 33 после слова 5037 (предпоследнее по тексту) пропущено число 1714; правильно надо было так:

```
2000  12737   MOV # 17, a # 1710
2002     17
2004   1710
2006  13737   MOV a # A,  a # 1712
              (здесь вместо имени можно было бы прямо вписать 2100)

2010   2100
2012   1712
2014   5037   CLR a # 1714
2016   1714
2020   7070   FNOR
```

(здесь а заменяет знак «коммерческая эта»).

На этой же странице в нижнем программном сегменте по адресу 2004 ошибочно записан код 104016, в то время, как надо 104006. Причем, что интересно, в этой же строке мнемоника тоже записана неправильно. Это и натолкнуло меня на мысль, что «грешны» авторы. Таким образом, правильная строка должна выглядеть так:

```
2004 104006 4Ö: EMT 6; Ввести код
                       с клавиатуры в R0
```

При описании работы функции FPRINT в левом верхнем углу (стр. 34) авторам неплохо было бы указать, как можно «заказать» другие форматы ввода, дабы не пришлось подбирать содержимое R2 методом «тыка».

В заключение отмечу ошибку в программном сегменте на стр. 34. В строке 2006 должно быть записано не 2052, а 2050.

Очень хотелось бы получить подобную статью и по другому языку высокого уровня БК 0010-01 — BASIC. Хотелось бы также получить доступ к RN D BASIC и сравнить его с собственным вариантом генератора псевдослучайных чисел.

От редакции. Еще раз напоминаем читателям, что все программы, помещенные в наших выпусках, редакцией не проверяются.

По поводу пожеланий тов. А. А. Сергеева (см. последний абзац письма) обращаемся к нашим подписчикам.

Уважаемые читатели! Присылайте ваш опыт работы на БК. Программы желательно присылать четко отпечатанными на принтере (листинг).

Верховный Совет СССР назначил председателем Государственного комитета СССР по вычислительной технике и информатике ТОЛСТЫХ Бориса Леонтьевича

Страницы биографии: родился в 1936 году, русский. Окончил Воронежский государственный университет. Специальность — физик. Доктор технических наук. Член КПСС. Трудовой путь начал инженером на Воронежском заводе полупроводниковых приборов, был его главным инженером, а впоследствии — генеральным директором производственного объединения «Электроника». С 1986 года работал заместителем министра электронной промышленности СССР, а с 1987 года — заместителем Председателя Совета Министров СССР, председателем Государственного комитета СССР по науке и технике.

Из интервью с председателем ГКВТИ.

— Известно, что во всем мире информатика и вычислительная техника — важнейший элемент НТП. У нас же в этом направлении заметного продвижения пока не произошло. Что вы считаете самым важным в решении этой проблемы?

— Как известно, в настоящее время завершается выработка оптимального варианта Концепции информатизации советского общества, на основе которой должны быть разработаны общегосударственные и региональные программы. Решение связанных с ней проблем — важнейшая задача комитета, других министерств и ведомств.

Если можно так выразиться — утоление «информационного голода» невозможно без создания в кратчайшие сроки общегосударственной системы передачи данных, сети баз и банков данных (знаний), информационно-вычислительных сетей и систем в масштабах всей страны.

— У нас вычислительную технику производят предприятия различных министерств, ее разработкой занимаются академические и отраслевые институты. Какими рычагами располагает ваш комитет для объединения усилий разных ведомств?

— Пока что рычаги наши — это координационные и контрольные функции, которые зафиксированы в положении о комитете. Других средств воздействия у нас совсем немного. Да и эти плохо работают в условиях радикальной экономической реформы.

По моему убеждению, комитет должен выступать организатором работ по решению крупных, наиболее важных проблем информатизации. Для этих целей нам нужны прежде всего финансовые рычаги, в том числе соответствующие резервы капиталовложений и валютных ассигнований.

Есть и другие возможности нашего влияния — это интеграция усилий комитета и региональных органов управления.

Я40 **Язык** эмоций, мозг и компьютер. — М.: Знание, 1989. — 48 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Вычислительная техника и ее применение»; № 9).

ISBN 5-07-000888-9

20 к.

Общение с вычислительной машиной на естественном для человека языке — одна из актуальных проблем в разработке ЭВМ нового поколения. В брошюре рассказано о решении задач формализации эффектов второй сигнальной системы человека. Рассмотрены достижения в реализации систем современной речевой технологии.

Брошюра рассчитана на широкий круг читателей — лекторов, производственников, студентов.

2404000000 **ББК. 32.97**

ТЕМА *СЛЕДУЮЩЕГО* **НОМЕРА:**

РАДИО ЭЛЕКТРОНИКА И СВЯЗЬ

Высококачественное воспроизведение фонограмм

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Уроки программирования

МАТЕМАТИКА КИБЕРНЕТИКА

Количественные оценки в теории надежности

Научно-популярное издание

ЯЗЫК ЭМОЦИЙ, МОЗГ И КОМПЬЮТЕР

Гл. отраслевой редактор *Л. А. Ерлыкин*
Зам. гл. отраслевого редактора *Г. Г. Карвовский*
Редактор *Б. М. Васильев*
Художники *В. Н. Конюхов и К. Н. Мошкин*
Худож. редактор *М. А. Гусева*
Техн. редактор *Т. В. Луговская*
Корректор *В. В. Каночкина*

ИБ № 10248

Сдано в набор 30.05.89. Подписано к печати 28.07.89. Т-01160. Формат бумаги $70 \times 100^{1}/_{16}$. Бумага офсет. № 2. Гарнитура журнально-рубленая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,90. Усл. кр.-отт. 8,45. Уч.-изд. л. 5,63. Тираж 68 281 экз. Заказ 346. Цена 20 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 894709. Ордена Трудового Красного Знамени Калининский полиграфический комбинат Государственного комитета СССР по печати. 170024, г. Калинин, пр. Ленина, 5.

Цена 20 коп.

Индекс 70195

Адрес подписчика:

Лин
27-43

Подписная научно-популярная серия

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

". . . во-первых, во-вторых и в-третьих, компьютер — это инструмент общения".

Алан Кэй

Язык в совокупности с программным обеспечением, которое "понимает" его, может полностью преобразить ЭВМ, превратить ее в машину совершенно другого типа.

Лоуренс Г. Теслер

Наш адрес:
СССР,
Москва,
Центр,
проезд
Серова, 4